Postverlagsort Leipzig

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

UNTER MITWIRKUNG VON

A. BUTENANDT BERLIN-DAHLEM · P. DEBYE BERLIN-DAHLEM · F. K. DRESCHER-KADEN GÖTTINGEN · H. v. FICKER WIEN · R. GRAMMEL STUTTGART

O. HAHN BERLIN-DAHLEM · M. HARTMANN BERLIN-DAHLEM · F. KÖGL UTRECHT · M. v. LAUE BERLIN · E. v. d. PAHLEN POTSDAM

F. SAUERBRUCH BERLIN · H. SPEMANN FREIBURG I. BR. · H. STILLE BERLIN · F. v. WETTSTEIN BERLIN-DAHLEM

HERAUSGEGEBEN VON

FRITZ SÜFFERT

ORGAN DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE

UND

ORGAN DER KAISER WILHELM-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9

HEFT 44 (SEITE 729—744) · 3. NOVEMBER 1939 · 27. JAHRGANG

INHALT:

Mechanische Integration von Differentialgleichungen. Von SVEIN ROSSELAND. (Mit 9 Figuren) 729

Die mongoloide Idiotie. Von HORST GEYER . . 735

Die Bedeutung der Probiermechanismen im Organismenreich. Von G. v. FRANKENBERG 738

KURZE ORIGINALMITTEILUNGEN:

Die Basizität der Heteropolysäuren — ein Strukturproblem. Von O. KRAUS 740

Über die Neutronen der kosmischen Ultra-Strahlung. Von G. COCCONI und V. TONGIORGI 740

BESPRECHUNGEN:

SOMMERFELD, ARNOLD, Atombau und Spektrallinien. 2. Band. 2., umgearbeitete u. erweiterte Auflage des „Wellenmechanischen Ergänzungsbandes". (Ref.: W. Heisenberg) . . . 741

BEURLEN, KARL, Erd- und Lebensgeschichte. (Ref.: Walter Groß) 742

VAN DYKE, H. B., The Physiology and Pharmacology of the Pituitary Body, Volume II. (Ref.: Rudolf Tschesche) 743

VAN BUREN, DOUGLAS E., The fauna of ancient Mesopotamia as represented in art. (Ref.: Max Hilzheimer) 743

Handbuch der Zoologie. Eine Naturgeschichte der Stämme des Tierreiches. Gegründet von WILLY KÜKENTHAL. Unter Mitarbeit zahlreicher Fachgelehrter. Herausgegeben von THILO KRUMBACH. 4. Band, 2. Hälfte, 1. und 2. Teil. Insecta II und III. (Ref.: P. Schulze) 744

Ergebnisse der exakten Naturwissenschaften

Redigiert in Gemeinschaft mit **F. Hund**

von

Ferdinand Trendelenburg

Soeben erschien:

Achtzehnter Band

Mit 125 Abbildungen. III, 387 Seiten. 1939. RM 32.—; gebunden RM 33.60

Inhaltsverzeichnis

Die Verteilung der absoluten Helligkeiten der Sterne von verschiedenem Spektraltypus. Von Professor Dr. Josef Hopmann, Leipzig.

Die atomaren Konstanten *e*, *m* und *h*. Von Professor Dr. F. Kirchner, Köln.

Die sichtbaren und ultravioletten Spektren fester Körper. Von Professor Dr. Georg Joos, Göttingen.

Neuere Stark-Effekt-Forschungen. Von Regierungsrat Dozent Dr. H. Verleger, Berlin.

Isotopentrennung. Von Dr.-Ing. W. Walcher, Kiel.

Graphit und Graphitverbindungen. Von Professor Dr. U. Hofmann, Rostock i. M.

Der Plasmazustand der Gase. Von Dr. phil. Robert Rompe und Dr. phil. M. Steenbeck, Berlin.

Inhalt der Bände I—XVIII. — I. Namenverzeichnis. II. Sachverzeichnis.

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

erscheinen wöchentlich und können im In- und Auslande durch jede Sortimentsbuchhandlung oder jede Postanstalt bezogen werden. Preis vierteljährlich RM 9.60. Hierzu treten bei direkter Zustellung unter Kreuzband die Versandspesen bzw. beim Bezuge durch die Post die postalische Bestellgebühr. Einzelpreis dieses Heftes RM 1.— zuzüglich Porto. Die Mitglieder der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte, Studierende, ferner Ärzte in nicht vollbezahlter Stellung erhalten die Zeitschrift im Abonnement mit einem Nachlaß von 20%.

Manuskripte, Bücher usw. an Die Naturwissenschaften, Berlin W 9, Linkstr. 22/24, erbeten.

Nachdruck: Der Verlag behält sich das ausschließliche Recht der Vervielfältigung und Verbreitung (entsprechend § 42 des Verlagsgesetzes) der in dieser Zeitschrift zum Abdruck gelangenden Beiträge sowie ihre Verwendung für fremdsprachliche Ausgaben vor.

Anzeigen werden von der Verlagsbuchhandlung angenommen. Die Preise wolle man unter Angabe der Größe erfragen. Letzter Annahme-Termin: 12 Tage vor Erscheinen der betreffenden Nummer.

Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin W 9, Linkstr. 22/24
Fernsprecher: 21 81 11.

BEZUGSQUELLEN

METEOROLOGISCHE INSTRUMENTE

Wilh. Lambrecht, Göttingen

MIKROSKOPISCHE PRÄPARATE

J. D. Möller G. m. b. H., Wedel/Holstein

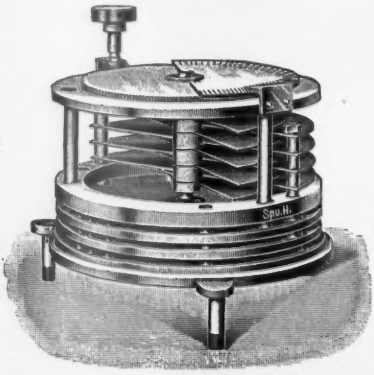
PHOTOZELLEN

Dr. B. Lange, Berlin-Zehlendorf, Hermannstr. 14—18

PHYSIKALISCHE APPARATE

Berliner physikalische Werkstätten G. m. b. H., Berlin W 35, Woyrschstr. 8. Telegrammadr. Physik

SPINDLER & HOYER Kom.-Ges.
Mechanische und optische Werkstätten
GÖTTINGEN 40



Dreh-Kondensatoren
von 100—3000 *pF*

Fest-Kondensatoren
von 5—100000 *pF*

nach den Modellen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt

Verlangen Sie Liste

Wie unsere Truppen an der Front, so wird das gesamte deutsche Volk im Kriegs-WHW. unseren Feinden zeigen, daß wir eine unbesiegbare Schicksalsgemeinschaft geworden sind.

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

27. Jahrgang | 3. November 1939. | Heft 44

Mechanische Integration von Differentialgleichungen.

Von SVEIN ROSSELAND, Oslo[1]).

Neben den analytischen Methoden zur Lösung von Differentialgleichungen werden bekanntlich oft weniger stringente Methoden verwendet, die entweder graphischer oder rein numerischer Natur sind oder sich in mehr oder weniger wesentlicher Weise besonderer, speziellen Zwecken angepaßter Maschinen bedienen.

Der interessanteste Versuch, eine Maschine für die Lösung von Differentialgleichungen *allgemeiner Form* zu bauen, wurde wohl bisher von Professor VANNEVAR BUSH gemacht. Die Vorversuche wurden schon 1920 angefangen. Eine interessante Zwischenstufe bildete der Produktintegrator, und die endgültige Form der Maschine war kurz nach 1930 vorhanden[2]).

Man kann den Sinn einer Bush-Maschine so ausdrücken, daß sie es ermöglicht, *eine mechanische Abbildung* eines Differentialgleichungssystems zu geben. Die veränderlichen Größen des Systems werden durch die Drehwinkel rotierender Achsen dargestellt. Hierdurch kommt, daß *das Problem der Maschine* in der Herstellung *geeigneter Übersetzungen* zwischen den Achsen besteht, wodurch die Differentialgleichungen befriedigt werden.

Addition sowohl als Multiplikation oder Division mit ganzen Zahlen sind einfach zu erzielen. Im letzteren Fall genügt es, die Achsen mit gewöhnlichen Zahnradübersetzungen zu verbinden. Im ersteren Fall kommt man durch mit Differentialkopplungen derselben Art, wie man sie in den Kraftwagen verwendet. Ernste Schwierigkeiten entstehen erst, wenn stetig veränderliche Übersetzungen nötig sind, was dort der Fall ist, wo Multiplikationen mit irrationalen oder transzendenten Zahlen vorkommen oder wo Integrationen ausgeführt werden müssen. Den Kern einer Bush-Maschine bilden daher die „Integratoren". Wenn wir schlechthin von der Kapazität einer Bush-Maschine sprechen, so denken wir in erster Linie an die Zahl der Integratoren der Maschine. Durch diese Zahl wird ja die höchste Ordnung des Gleichungssystems bestimmt, und in der Praxis ist diese Ordnungszahl oft viel höher als die analytische Minimalzahl der Ordnung. Selbstverständlich spielt aber auch die Zahl der Additionskopp-

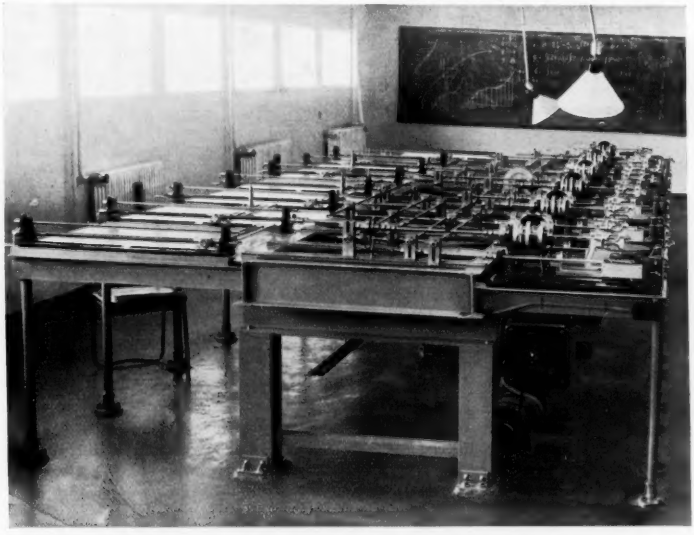


Fig. 1. Überblick der Bush-Maschine im astrophysikalischen Institut der Universität, Oslo.

[1]) Institut für theoretische Astrophysik, Blindern, V. Aker, Norwegen.

[2]) V. BUSH, J. Franklin-Inst. **212**, 447 (1931). Diese Abhandlung gibt eine eingehende Besprechung der meisten Probleme, denen man auf diesem Gebiet begegnet. Sie ist deshalb jedem zu empfehlen, der sich tiefer mit diesen Fragen zu beschäftigen beabsichtigt.

lungen oder der Koeffiziententische eine wichtige Rolle.

Die originale Bush-Maschine hat 6 Integratoren. Es gibt eine oder zwei weitere Maschinen derselben Kapazität in Amerika. In Manchester, England, hat Professor HARTREE[1]) eine Maschine mit 8 Integratoren gebaut, die seit einigen Jahren in Betrieb gewesen ist. Es soll auch eine Bush-Maschine in Leningrad gebaut sein[2]), die 6 Integratoren besitzt.

Im hiesigen astrophysikalischen Institut (Oslo) ist eine Bush-Maschine bei der Feinmechanikerfirma Gundersen & Löken etwa seit 1934 im Bau gewesen. Das Gerüst der Maschine sowie das erste Paar von Integratoren und von Koeffiziententischen wurden Anfang 1937 montiert[3]). Das vorläufige Ziel, eine Kapazität von 12 Integratoren zu haben, wurde kurz vor Weihnachten 1938 erreicht. Zur Zeit dürfte diese Maschine die größte Kapazität aller existierender Bush-Maschinen haben. Da zumal die Konstruktion in vielen Einzelheiten von der Konstruktion der Originalmaschine abweicht wie auch von derjenigen von Professor HARTREE, werden wir im folgenden etwas genauer auf den Bau und die Wirkungsweise der Oslo-Maschine eingehen.

In Fig. 1 sieht man die ganze Maschine so wie sie jetzt im Erdgeschoß des Instituts montiert ist. Auf der rechten Seite sieht man hintereinander 12 Integratoren, paarweise verbunden, jedes Paar von einem Motor am Boden getrieben. Auf der linken Seite sieht man in fortlaufender Reihe 7 Koeffiziententische, die daneben auch als Resultattische verwendet werden, d. h. zur graphischen Aufzeichnung der Resultate der Rechnungen. Zwischen diesen beiden Reihen, längs der Mitte der Maschine, sieht man die Achsen, die die verschiedenen Integratoren untereinander sowie mit den Koeffiziententischen verbinden. Es ist bei der Konstruktion großes Gewicht darauf gelegt worden, die gesamte Grundfläche der Maschine so klein wie möglich zu halten. Daher sind die Tische fortlaufend montiert, ohne Zwischenräume (die sonst immer vorhanden sind). Die Integratorenpaare sind auch fast ohne überflüssige Zwischenräume aufgestellt, was durch die besondere Konstruktion des Antriebs erzielt wurde.

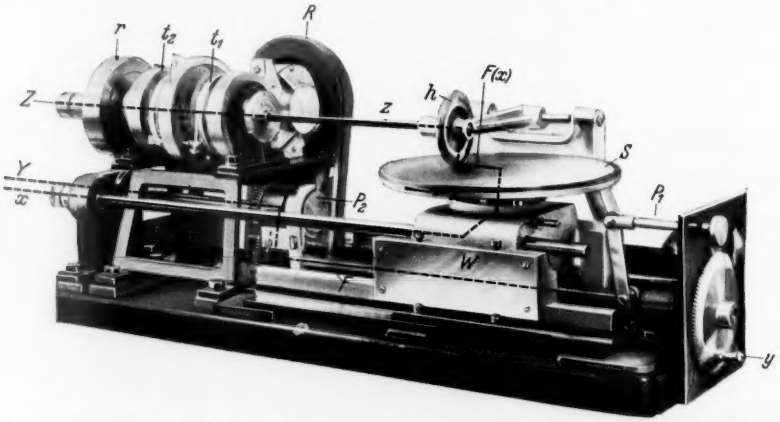


Fig. 2. Ein Integrator der Oslo-Maschine. Die Achse x repräsentiert die unabhängige Veränderliche. Sie ist mit der Scheibe S durch Zahnradkopplung verbunden. Die Achse Y, die durch die Koppelung P_2 mit der Achse F gekoppelt ist, repräsentiert den Integranden. Die Koppelung kann durch die Stange P_1 geöffnet werden und wird automatisch geöffnet, wenn der Wagen zu weit rechts oder links verschoben wird. Durch Drehung der Achse F kann der Wagen W beliebig verschoben, und können also $F(x)$ beliebige Werte gegeben werden. Die Integralachse z ist durch den mechanischen Verstärker mit der Ausgangsachse Z gekoppelt.

Fig. 2 zeigt einen Integrator so, daß man die Wirkungsweise sehen kann. Nehmen wir zunächst an, daß es sich um die Multiplikation der Achse x mit einer konstanten Zahl handelt. Diese Achse treibt mittels eines eingebauten Zahnrades die Glasscheibe S, worauf das kleine Rad h rollt, ohne Gleitung. Man sieht, daß die Scheibe S auf einen Wagen W montiert ist, der durch die Achse Y bewegt wird oder auch vom anderen Ende her durch die Kurbel y in jede beliebige Stellung gebracht werden kann. Die Zahnradübersetzung von x nach S, ebenso die Dimensionierung der Scheibe h und die Steighöhe der Schraube F sind so gewählt, daß 32 Umdrehungen von F aus der Nullage gerade eine Übersetzung 1 : 1 bedeuten. In dieser Stellung wird sich also die Ausgangsachse Z genau mit derselben Geschwindigkeit wie x drehen. Durch Änderung der Verschiebung des Wagens W zwischen 0 und 32 Umdrehungen von F wird eine

[1]) D. R. HARTREE, Mathematical Gazette **22**, Nr 251 (Oktober 1938).

[2]) Nach privater Mitteilung.

[3]) Kurze Beschreibung in Norsk Matematisk Tidsskr. **1937**, H. 4, 134.

Multiplikation der Achse x mit einer beliebigen konstanten Zahl zwischen Null und Eins erzielt.

Es ist nicht schwierig einzusehen, daß, wenn die Achse F *gleichzeitig* mit der Achse x irgendwie gedreht wird, kein gewöhnliches Produkt, sondern ein Integral entsteht, wo x die unabhängige Veränderliche und F den Integranden darstellen. Der Zuwachs der Umdrehungen der Achse z bei einer infinitesimalen Drehung dx der Platte S ist ja aus rein geometrischen Gründen

$$dz = \frac{F(x)\,dx}{a},$$

wo $F(x)$ die Verschiebung der Platte aus der Nullage und a den Halbmesser der Scheibe h bezeichnen. Das bedeutet aber direkt, daß abgesehen von einem Skalenfaktor

$$z = \int F(x)\,dx$$

ist. Durch die oben besprochene Dimensionierung des Integrators kommt es, daß der Skalenfaktor des obigen Integrals 1/32 betragen muß, also:

$$z = \frac{1}{32}\int F(x)\,dx,$$

wo jetzt alle Größen in Umdrehungen ausgedrückt sind.

Man bemerkt, daß die Wirkungsweise des Integrators durch die Reibung zwischen der Scheibe h und der Platte S bedingt wird. Diese kleine Drehkraft so zu verstärken, daß die Achse Z belastet werden kann, war die fundamentale Aufgabe, die gelöst werden mußte, ehe von einem praktisch brauchbaren Integrator die Rede sein konnte.

In der Bush-Maschine wird die nötige Verstärkung in 2 Schritten erhalten. Die Wirkungsweise des Verstärkers geht aus der schematischen Fig. 3 hervor, die in derselben Weise wie Fig. 2 numeriert ist, so daß beide Figuren direkt verglichen werden können. Zwei Trommeln t_1 und t_2 rotieren in entgegengesetzter Richtung. Durch Zahnradübertragung sind sie direkt mit dem Rad R gekoppelt, das von einem am Boden montiertem Motor mittels Riemen getrieben wird. Die Achse z, deren Drehmoment verstärkt werden soll, geht koachsial durch die Trommel t_1, und die Ausgangsachse Z geht in gleicher Weise durch die Trommel t_2. Zwischen den Trommeln sind diese beiden Achsen durch 2 Bänder in der aus Fig. 3 ersichtlichen Weise gekoppelt. Da die Trommeln ja in entgegengesetzter Richtung rotieren, wird bei fehlendem Drehmoment der Achse z keine resultierende Kraftwirkung auf die Achse Z ausgeübt werden können, und die Achsen z und Z bleiben in Ruhe, obwohl die Trommeln schnell rotieren. Wenn aber auf die Achse z ein Drehmoment ausgeübt wird, sagen wir in die Rotationsrichtung der Trommel t_1, so wird das um diese Trommel gewickelte Band gespannt, während das um die Trommel t_2 gewickelte Band gelockert wird, und die Trommel t_1 dreht die Achse Z in ihre Richtung mit der Geschwindigkeit der Achse z. In der Praxis wird eine Verstärkung in 2 Stufen benutzt, was allen Zwecken einer gewöhnlichen Bush-Maschine genügt. Sonst könnte man, wenn es nötig wäre, noch weitere Stufen hinzunehmen.

Um die Wirkung des Verstärkers zu stabilisieren, ist es nötig, ein lose gekoppeltes Schwungrad der Ausgangsachse anzukoppeln (r), wodurch kleine Schwingungen des Verstärkers im Keim vernichtet werden.

Alle jetzt existierenden Bush-Maschinen sind mit solchen *mechanischen* Verstärkern versehen. Im Massachusetts Institute of Technology wird aber seit einiger Zeit eine Riesenmaschine gebaut, wo die Verstärkung der Drehmomente nach einem vollständig anderen Prinzip erhalten wird, nämlich durch elektrostatische Wirkung. Diese Maschine scheint aber noch nicht abgeschlossen zu sein.

Charakteristisch für die Konstruktion unserer Integratoren sind der Antrieb der Trommeln durch Zahnradübertragung, der Bau des Wagens (W)

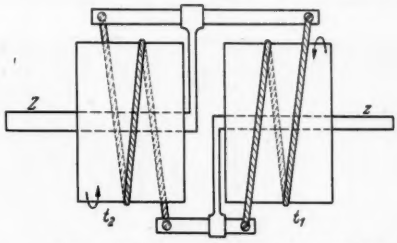


Fig. 3. Schematische Darstellung des Prinzips der mechanischen Verstärkung des Drehmoments. Die Trommeln t_1 und t_2 werden durch einen nicht eingezeichneten Motor in entgegengesetzter Richtung gedreht.

wie auch die mechanische Auskopplung (P_1, P_2) der Achse F von der Achse Y, wodurch das Herabfallen der Scheibe h am Rande der Platte S verhindert wird. Der spezielle Bau des Verstärkers hat es ermöglicht, die beiden Integratoren eines Paares dicht aneinander zu rücken. Der besondere Bau des Wagens besteht vor allem darin, daß er aus Duraluminium hergestellt und sehr sorgfältig auf Rollen montiert ist, wodurch die Belastung der Achse F auf ein Minimum herabgesetzt wird. Es ist ja ohne weiteres klar, daß die übliche Weise, den Wagen aus Gußeisen herzustellen und einfach auf 2 Balken gleiten zu lassen, eine nicht unwesentliche, völlig überflüssige Belastung der Achse F bedeutet. Jede überflüssige Belastung ist aber unbedingt zu vermeiden, da der Fehler eines Integrators proportional der Belastung der Ausgangsachse ist.

Kompensation des toten Ganges. Wenn der Verstärker vibrationslos arbeitet und alle Teile des Integrators mit großer Genauigkeit hergestellt sind, ist ein Integrator ein Präzisionsinstrument ersten Ranges, so lange die Integralachse in derselben Richtung rotiert. Bei Umkehr des Drehungssinnes ist es aber unvermeidlich, daß die Achse erst eine kurze Zeit später in Bewegung gerät, da die Bänder

nicht ohne einen kleinen Spielraum um die Trommeln gewunden werden können. Wenn die Integralachse ihren Drehsinn häufig wechselt, so kann dieser tote Gang die Resultate in sehr empfindlicher Weise verfälschen und muß daher unbedingt in irgendeiner Weise kompensiert werden. BUSH hat zu diesem Zweck einen besonderen Kompensator konstruiert („Frontlash") der in der Oslo-Maschine ohne weiteres übernommen wurde. Der Kompensator besteht aus einer planetarischen Übersetzung, etwa im Verhältnis 10 : 11, die in regulierbarer Weise in Funktion tritt, sobald die betreffende Achse ihren Drehsinn ändert. Die Kompensation wird also erst eine kurze Zeit *nach* der Umkehr vorgenommen, aber dieser Umstand bedeutet nur einen unwesentlichen Fehler (Fig. 4).

Zahnradübersetzungen im allgemeinen. Wenn man sich die Wirkung des toten Ganges und der Belastung der Achsen für die Wirkungsweise der Bush-Maschine klar gemacht hat, stellt man sich

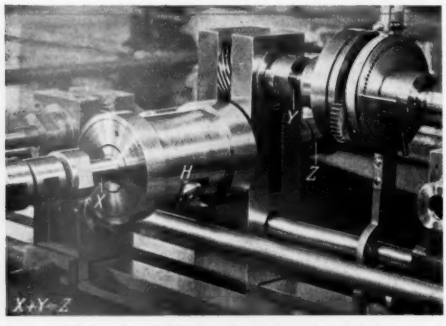


Fig. 4. Links eine Additionskopplung in richtiger Aufstellung, rechts ein Totgangskompensator.

sofort die Aufgabe, den toten Gang sowohl als die Belastung auf ein Minimum zu reduzieren. Um toten Gang in den Zahnrädern möglichst zu vermeiden, ist in jedem Paare das eine Rad doppelt, und die beiden Teile werden so gegeneinander gedreht, daß die Übersetzung den kleinst möglichen toten Gang bedingt. Den toten Gang ganz zu vermeiden ist aber unmöglich. Um den toten Gang in Zahnrädern möglichst zu vernichten, ist in der Oslo-Maschine die Zahl der Zahnradübersetzungen von Anfang an auf die kleinst mögliche Zahl reduziert worden. Diese Zahl ist gleich der Zahl von Knotenpunkten, wo Längsachsen mit Querachsen verbunden werden, und nur an diesen Knotenpunkten sollen Zahnradübersetzungen vorkommen. Um die Belastung auf den kleinsten Wert zu reduzieren, ist es auch vorteilhaft, die Zahl der Lagerpunkte einer Achse so klein wie möglich zu machen. Das ist bei uns dadurch erreicht worden, daß keine weiteren Lager verwendet werden als diejenigen, die in den Knotenpunkten ja notwendigerweise vorhanden sein müssen. Auch sind alle schwebenden Verbindungen vermieden worden, da die Kraftübertragung durch solche Übersetzungen erfahrungsgemäß mit größerem Verlust an Kraft verbunden ist als in dem Fall fester Knotenpunkte.

Um die größtmögliche Freiheit der Einstellung zu haben, sind die Übersetzungen auf Querbalken montiert, wo sie beliebig ausgeschraubt werden können. Man könnte dann denken, es bestünde die Gefahr, daß eine genaue Bestimmung der Lage der Knotenpunkte sehr schwierige Messungen erfordern würde. In der Praxis ist es aber nicht so, da die richtige Achsenrichtung durch die Rotation selbst hergestellt wird. Es ist aber unbedingt zu verlangen, daß die Zahnräder sowie ihre Halter sehr genau hergestellt werden müssen. Die Achsen der Räder müssen durchgebohrt werden damit die durchgehenden Achsen beliebig viele Knotenpunkte passieren können. Es liegt auf der Hand, daß die Bohrung der Achsenräder mit sehr großer Genauigkeit vorgenommen werden muß. Die Zahnradhalter sind deshalb ziemlich teuer herzustellen.

Die originale Bush-Maschine wie auch die von HARTREE wurde dagegen so gebaut, daß im Handel beziehbare Zahnräder (mit geraden Zähnen) für die Übersetzungen verwendet werden konnten. Die Knotenpunkte mußten freilich dennoch mit schrägen Übersetzungen versehen werden, die aber, sofern schwebende Übersetzungen im Verhältnis 1 : 1 in Frage kommen, immer im Handel bezogen werden können. Dies bedingt einen wesentlich verschiedenen Bau der Maschine, der besonders durch die Verwendung einer großen Zahl von Achsen und Zahnrädern charakterisiert ist. In einer Maschine geringer Kapazität ist eine solche Konstruktion durchaus brauchbar, eignet sich aber kaum für Maschinen großer Kapazität, wo die Belastung der Integratorachsen leicht über das Zulässige hinauswächst.

Koeffiziententische. In manchen Fällen können die Koeffizienten einer Differentialgleichung mechanisch hergestellt werden durch *Erhöhung der Ordnung des Gleichungssystems.* Statt einer Sinusfunktion kann nämlich oft die Gleichung zweiten Grades $y'' + k^2 y = 0$ gesetzt werden, wodurch die Ordnung um 2 Einheiten erhöht wird. Wenn eine elliptische Funktion als Koeffizient vorkommt, wird die Ordnung in entsprechender Weise um 3 Einheiten erhöht, usw. (siehe 2. unten).

In anderen Fällen wird man es aber vorziehen, die Koeffizienten als Diagramme aufzuzeichnen und mit Hilfe von Koordinatentischen den entsprechenden Achsen die richtigen Drehgeschwindigkeiten zu geben. Die Ordinatenachse eines Diagrammtisches trägt ein Drahtkreuz auf einem Wagen, und, während eine Koordinatenachse von der Maschine gedreht wird, bewegt man die andere Achse mit der Hand in solcher Weise, daß das Drahtkreuz der Kurve folgt. Um hohe Genauigkeit zu erzielen, ist es von großer Bedeutung, erstens die Kurve ganz genau aufzuzeichnen, und zweitens eine optische Sichteinrichtung relativ starker Vergrößerung zu haben. Die Oslo-Maschine verwendet

als Sichteinrichtung ein vertikales Rohr mit einem Drahtkreuz unten und einer Linse von etwa dreimaliger Vergrößerung in der Mitte. An dem oberen Ende ist ein beweglicher Spiegel montiert, der das Lichtbündel in die Richtung des Operators schickt. Eine kleine Autolampe beleuchtet das Gesichtsfeld des Kurvenstückes.

In Amerika und in England hat man wohlgelungene Versuche mit automatischer Führung von verschiedener Konstruktion gemacht, die aber noch ziemlich verwickelt und teuer ausfällt.

Die Resultate werden bis jetzt mit einem Schreibstift registriert. Es ist geplant, mit der Zeit einen photographischen Registrierapparat zu bauen. Die Tische können sehr variiert werden. Die originale Bush-Maschine hat einen speziell gebauten Resultattisch, wo 2 Kurven gleichzeitig aufgezeichnet werden, und HARTREE hat einen kombinierten Resultat- und Koeffiziententisch gebaut, wo das aufgezeichnete Resultat mit einer geeigneten Phasendifferenz wieder in die Maschine hineingesteckt wird, was bei gewissen Wellenproblemen die Rechnung sehr vereinfachen kann. Wir planen u. a., einen besonderen, großdimensionierten Tisch für Polarkoordinaten zu bauen.

Rechenbeispiele. Wir wollen zuletzt an Hand einiger einfacher Beispiele zeigen, wie Rechenaufgaben mit einer solchen Maschine gelöst werden können.

1. Gegeben sei z. B. die einfache Gleichung

$$y'' = -xy, \qquad (1)$$

die wir sofort in der der Maschine besser angepaßten Form schreiben:

$$\dot{y}' = -\int y\, d\frac{(x)^2}{2} + \text{const.}$$

Um diese Gleichung auf die Maschine abzubilden, brauchen wir *drei* Integratoren. Der erste Integrator bildet x^2 aus x, der zweite y aus y' und der dritte y' aus y und x^2 gemäß der obigen Gleichung. Wir zeigen in Fig. 5 zwei Systeme von Kurvenscharen dieser Gleichung, die bzw. den Anfangsbedingungen $x = y = 0$, y' beliebig, und $x = y' = 0$, y beliebig, entsprechen.

2. Zur Lösung der Gleichung

$$y'' + y^2 - 2ky = 0, \qquad (2)$$

die gewissen elliptischen Funktionen entspricht, schreibe man sie auf die Systemform

$$y = \int y'dx, \quad y' = \int F(y)\, dx, \quad F(y) = 2\int (-y + k)\, dy.$$

Dieses System erfordert 3 Integratoren für die Lösung. Dagegen braucht man keine Additionskopplungen, was man beim ersten Anblick der Gleichung (2) glauben könnte.

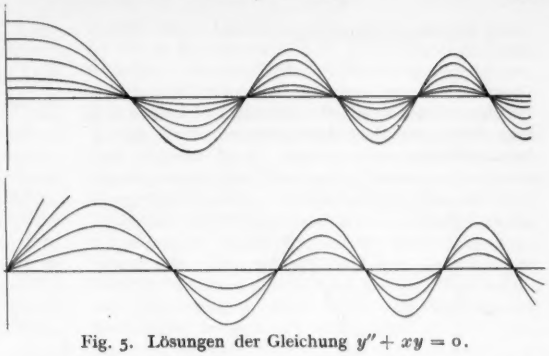


Fig. 5. Lösungen der Gleichung $y'' + xy = 0$.

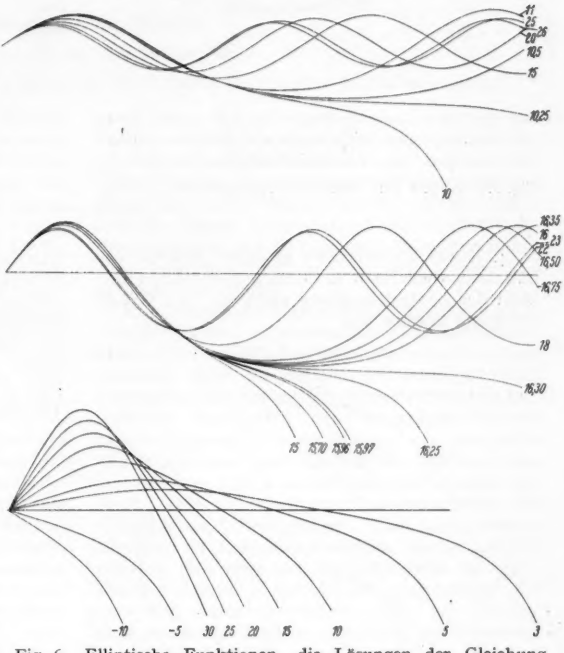


Fig. 6. Elliptische Funktionen, die Lösungen der Gleichung $y'' + y^2 - 2ky = 0$ sind.

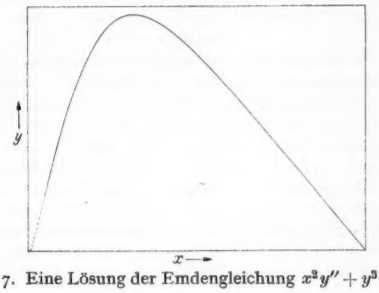
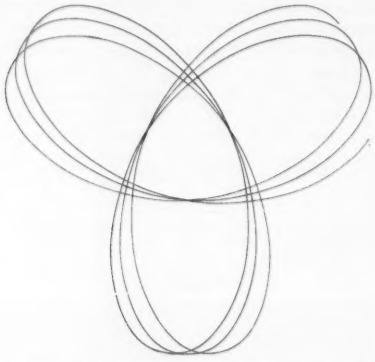


Fig. 7. Eine Lösung der Emdengleichung $x^2y'' + y^3 = 0$.

3. Die Pendelgleichung

$$\varphi'' = -\sin\varphi \qquad (3)$$

braucht in der vorliegenden Form *vier* Integratoren für ihre Figur: 2 für die Bildung von $\sin\varphi$ aus φ, und dann 2 weitere Integratoren, um φ aus φ'' herzustellen.



nehmen, wo u den inversen Wert des Radiusvektors, f die Radialkraft und h die Flächengeschwindigkeit bedeuten. Am einfachsten gestalten sich die Verhältnisse, wenn man f/u^2 durch ein Diagramm

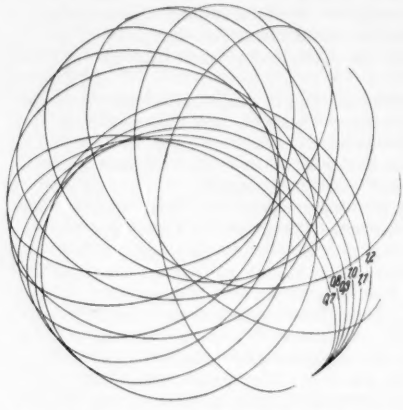


Fig. 8. Bahnen im Felde der Zentralkraft $-Kr(r_0^3 + r^3)^{-1}$, wo K und r_0 konstant sind und r den Radiusvektor bedeutet.

4. Etwas komplizierter gestalten sich die Verhältnisse, wenn man z. B. zum allgemeinen Problem der Zentralbewegung übergeht. Als Grundgleichung können wir

$$u'' = -u + f/u^2h^2 \qquad (4)$$

darstellt. Die Kopplungen der Maschine sind dann für alle Zentralfelder gleich. Um von einem Feld zum anderen überzugehen, braucht man nur ein neues Diagramm zu zeichnen. In den Fig. 8 und 9 zeigen wir Beispiele zweier astrophysikalisch interessanter Felder. Im ersten Fall handelt es sich um Bewegung einer Sterngruppe in einem Kugelhaufen nach dem Dichtegesetz: Dichte proportional zu $(r_0^3 + r^3)^{-2}$,

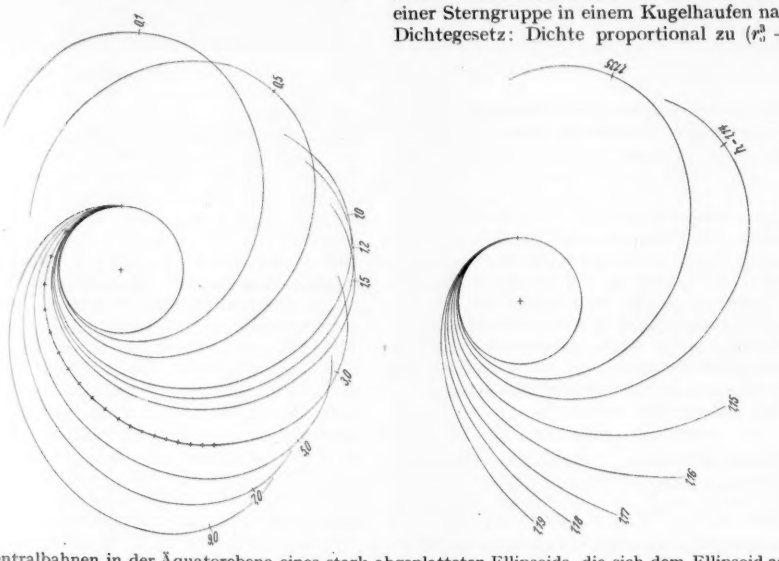


Fig. 9. Zentralbahnen in der Äquatorebene eines stark abgeplatteten Ellipsoids, die sich dem Ellipsoid asymptotisch anschließen (k und m). In der Figur links ist die ursprünglich zirkulare Bahn durch eine radiale Störung abgeändert, während rechts die Störung tangential ist. Querstriche an der Kurve *3,0* links markieren gleiche Zeitintervalle.

wo r_0 eine Konstante und r den Radiusvektor bezeichnen. Im zweiten Fall entsprechen die Bahnen einer Bewegung in der Äquatorebene außerhalb eines stark abgeplatteten Sphäroids.

5. Die obigen Probleme sind, von dem Standpunkt der Maschine, sehr einfacher Natur. Etwas komplizierter wird z. B. das Problem der Bewegung eines Elektrons im Felde eines Elementarmagneten, das man jedoch mit 6 Integratoren und 5 Tischen beherrschen kann. Mit 12 Integratoren braucht man höchstens einen Koeffiziententisch. Sehr umfassende Rechnungen über dieses Problem sind von VALLARTA mit der Bush-Maschine gemacht. Das astronomisch sehr interessante restringierte Dreikörperproblem ist bisher nicht der Behandlung mittels einer Bush-Maschine zugänglich gewesen, da es 10 Integratoren und 2 Koeffiziententische erfordert und außerdem 10 Additionskopplungen. Die Kapazität der Oslo-Maschine reicht aber reichlich aus, um auch dieses Problem zu behandeln.

Die Herstellungskosten einer solchen Maschine sind ziemlich hoch. Aus verschiedenen Gründen können die genauen Kosten der Oslo-Maschine nicht angegeben werden. Größenordnungsgemäß darf aber wohl gesagt werden, daß ein *zweites* Exemplar der Maschine hergestellt werden könnte für rund 70000 RM. Das ist natürlich viel Geld für ein Institut mittlerer Größe. Im hiesigen Fall wurde das Unternehmen dank einer Bewilligung der Rockefeller Foundation ermöglicht.

Die mongoloide Idiotie.

Von HORST GEYER, Berlin-Dahlem.

(Aus dem Kaiser Wilhelm-Institut für Anthropologie, Berlin-Dahlem. Abteilung für Rassenhygiene.)

Die Psychiatrie hat innerhalb der großen Gruppe der angeborenen und früherworbenen Schwachsinnszustände mannigfache *Unterteilungen* nach den verschiedensten Gesichtspunkten vorgenommen; eine ganz grobe Orientierung nach dem Schweregrad des Leidens ist die klassische Einteilung in Debilität (leichteste Schwachsinnsform), Imbezillität (mittelschwere Form des Intelligenzmangels) und Idiotie (schwerste Form intellektueller Unterentwicklung). Die *Ursachenforschung* auf diesem Gebiete ist in den letzten Jahren zu einigen neuen Erkenntnissen gelangt, die sich hauptsächlich wie folgt formulieren lassen: Etwa 80% aller Schwachsinnszustände überhaupt sind erbbedingt im engeren Sinne. Der Intelligenzmangel dieser Krankheitsgruppe beruht also auf einer nicht ausreichenden Hirnentwicklung, die durch ein krankhaft mutiertes Gen in der Erbmasse des Erkrankten hervorgerufen wird. Im Gegensatz zu diesen erblichen Schwachsinnszuständen sind vor allem die schwereren Schwachsinnsformen, also die Idiotien, in den meisten Fällen *nicht* erbbedingt, sondern durch Verletzungen des kindlichen Gehirns oder seiner Hüllen während oder kurz nach der Geburt verursacht. Auch Hirnentzündungen, die unter Umständen schon im Mutterleib vorkommen, führen gelegentlich zu kindlichen Idiotien. Ähnliche Restzustände hinterlassen zuweilen frühkindliche Infektionskrankheiten des Zentralnervensystems, wie etwa die angeborene Syphilis. Es gibt nur wenige Idiotieformen, die sicher erbbedingt im engeren Sinne sind; dazu gehören zwei verschiedene, einmal im Säuglingsalter und zum anderen in der späteren Kindheit auftretende Verblödungen, die mit Erblindung einhergehen und sich rezessiv vererben, sowie einige andere Formen, die mit nervösen Ausfallserscheinungen verbunden sind. Diese Krankheiten sind aber selten und spielen rassenhygienisch keine große Rolle. Als Objekt der Sterilisierung dagegen sind die leichteren Schwachsinnsformen die wichtigsten, da gerade in den Kreisen Leichtschwachsinniger eine große Fortpflanzungsfreudigkeit herrscht, die eine lawinenhafte Zunahme dieser Schwachsinnszustände zur Folge hat; diese Verhältnisse führen bei gleichzeitigem Fehlen ausreichenden Nachwuchses der Hochbegabten zu einer rapiden Volksverdummung, wenn keine Gegenmaßnahmen rassenhygienischer Art ergriffen werden.

Eine rätselhafte zahlenmäßige Zunahme zeigte aber in den letzten Jahrzehnten auch eine Sonderform der schwersten Intelligenzstörungen, die man etwa seit Mitte des vorigen Jahrhunderts wegen äußerlicher Ähnlichkeit mit charakteristischen körperlichen Merkmalen der mongoliden Rassen (Schlitzäugigkeit, Kurzköpfigkeit) als *mongoloide Idiotie* bezeichnet hat. Das äußere Bild der Kranken hat gelegentlich zu der kühnen Hypothese geführt, daß echte mongolide Rasseneinschläge das Krankheitsbild verursachen. Um diese Ansicht schlagend ad absurdum zu führen, genügt hier der Hinweis, daß man das Krankheitsbild der mongoloiden Idiotie nicht nur bei Angehörigen der europiden Rassen, sondern auch bei Negern, Malaien, Juden, Türken und selbst bei Vertretern der mongoliden Rassen, bei Chinesen und Japanern gefunden hat; weiter ist aus den bisher wissenschaftlich untersuchten Kreuzungen von Mongoliden mit Europiden, Juden und Negern niemals ein mongoloider Idiot hervorgegangen.

Die mongoloide Idiotie ist wissenschaftlich als Ausdruck einer embryonalen Entwicklungshemmung aufzufassen. Den Entstehungsmechanismus der mongoloiden Idiotie kann man sich so vorstellen, daß die in der Gebärmutter heranwachsende menschliche Frucht von einem ziemlich frühen Embryonalzeitpunkt an sich nicht mehr qualitativ fortentwickelt, sondern nur noch quantitativ weiterwächst. Es bleiben dann gewisse embryonale Merkmale wie Schiefheit der Lidspalten, knopfförmige Nase, Tatzenhand, rudimentäre Ohr-

bildung u. a. m. bis ins Leben nach der Geburt bestehen.

Diese kurz skizzierte Entwicklungshemmung kann nun durch verschiedene Ursachen hervorgerufen werden; es könnte sich theoretisch sowohl um eine erbliche wie um eine nichterbliche Schädigung handeln, die den Reifungsprozeß eines werdenden Menschen ungünstig beeinflußt. Für Erbbedingtheit im engeren Sinne konnten bisher weder durch andere Autoren noch durch eigene Untersuchungen bindende Beweise beigebracht werden. Einfache regelmäßige Dominanz war von vornherein nicht zu erwarten, da Idioten in den seltensten Fällen zur Fortpflanzung gelangen und sich daher bei dominantem Erbgang die Erbanlagen stets selbst ausmerzen müßten. Bei Annahme eines rezessiven Erbganges, der ein vereinzeltes Auftreten der Erkrankung hervorrufen könnte, müßte das (nach LENZ) wichtigste Kriterium für das Vorliegen rezessiven Erbganges bei menschlichen Erbkrankheiten vorliegen, nämlich eine Häufung der Verwandtenehen in der Aszendenz. Gerade bei relativ seltenen Leiden (es gibt schätzungsweise in Deutschland 8000—10000 mongoloide Idioten) müßte eine deutliche Erhöhung der Zahl der Verwandtenehen bei den Eltern gegenüber dem Durchschnitt gefunden werden, wie das tatsächlich etwa bei der rezessiv erblichen Taubstummheit der Fall ist. Die sehr sorgfältigen Sippenuntersuchungen verschiedener Untersucher (SCHRÖDER, DOXIADES und PORTIUS, SCHULZ) haben aber im Verein mit eigenen Untersuchungen deutlich gezeigt, daß bei den Eltern mongoloider Idioten von einer Erhöhung der Verwandtenehen gegenüber der Norm keine Rede ist. Ein weiteres indirektes Kriterium gegen Erbbedingtheit im engeren Sinne ist die Tatsache, daß die mongoloide Idiotie nicht vorzugsweise in minderwertigen und daher sozial abgesunkenen Sippen auftritt, wie das bei den erblichen Schwachsinnsformen oder bei der erblichen Epilepsie der Fall zu sein pflegt.

Schon früheren Untersuchern war aufgefallen, daß mongoloide Idioten meistens die letzten Kinder relativ alter Mütter waren; das Alter des Vaters spielte dabei keine Rolle. Es wurde daher in eigenen Untersuchungen zum erstenmal systematisch untersucht, wie sich die sexuellen Funktionen der Mütter mongoloid idiotischer Kinder zur Zeit der Konzeption verhielten. Es zeigte sich, daß in 30 von 33 durchforschten Sippen die Mütter zur Zeit der Konzeption ihres mongoloid idiotischen Kindes und auch später *deutliche Zeichen einer gestörten Eierstocksfunktion* aufwiesen. Auf Grund dieser Befunde und im Verein mit den sonstigen Ergebnissen der Forschung scheint die wesentliche Ursache der Krankheitsentstehung des Mongolismus in der Bildung nicht vollwertiger Eizellen durch den mütterlichen Organismus zu liegen. Eine Unterfunktion der weiblichen Eierstöcke, auf deren verschiedene Ursachen wir noch zurückkommen werden, kann nun nicht die chromosalen Anteile der Eizelle treffen, da diese ja schon seit der Entstehung des Organismus angelegt sind; Schädigungen infolge krankhafter Zustände der weiblichen Keimdrüsen können sich daher nicht in der Erbmasse, sondern nur am *Eiplasma* auswirken. Solche in ihrem Plasma geschädigte, nicht mehr voll entwicklungsfähige Eizellen haben wir als „dysplasmatisch" bezeichnet. Dysplasmatische Eizellen können gewissermaßen auf normalem Wege zur Zeit der Reife und zur Zeit des Verlöschens der weiblichen Geschlechtsfunktionen entstehen. Das eine Mal sind dann die heranreifenden Eizellen zwar gerade schon befruchtungsfähig, aber noch nicht voll entwicklungsfähig; und im anderen Falle handelt es sich um nicht mehr entwicklungsfähige, aber noch gerade befruchtungsfähige dysplasmatische Eizellen. Auch bei krankhaften Zuständen, die mit einer fehlerhaften Funktion einhergehen und die sich klinisch im Ausbleiben oder Unregelmäßigwerden der Regelblutung, unter Umständen auch im Fortbestehen der Blutungen während der ersten Schwangerschaftsmonate äußern können, kann es nach unseren Ergebnissen zu dysplasmatischen Eizellen kommen. Auch schwere auszehrende Krankheiten und Zustände, wie Tuberkulose und allgemeine Körperschwäche, die ja bekanntlich ebenfalls häufig mit Störungen der Geschlechtsfunktionen einhergehen, scheinen zu dysplasmatischen Eizellen und damit zu mongoloiden Entwicklungshemmungen führen zu können. Es sei hier angemerkt, daß die oben erwähnte wahrscheinlich vorhandene Zunahme des Mongolismus in den letzten Jahrzehnten nicht nur durch besseres Diagnostizieren der Ärzte bedingt sein dürfte; dazu ist das Krankheitsbild zu auffallend. Es ist aber möglich, daß die fortschreitende Zivilisation mit ihren mannigfachen tiefgreifenden Umwälzungen der Lebensführung den labilen endokrinen Apparat der „modernen" Frau immer mehr geschädigt hat und noch weiter schädigt. Wenn man Plasmaschädigungen der Eizelle wieder als pathogenen Faktor für die Entstehung von Idiotien in Rechnung setzen muß — und das scheinen unsere Untersuchungen zu rechtfertigen —, dann drängt sich sofort eine Fülle von Möglichkeiten äußerer Keimschädigungen auf. Die jahrelange Unterernährung in Kriegs- und Blockadezeiten wäre beispielsweise in diesem Zusammenhang ebenso zu nennen, wie etwa die bekannte häufige Störung des Menstruationszyklus bei den Nikotinarbeiterinnen.

Da Mädchen, die im Beginn ihrer Geschlechtsreife stehen, sich selten fortpflanzen, sind die Mongoloiden meist die Kinder von Frauen, die bereits in den Wechseljahren stehen. Diese Zusammenhänge erklären die immer wieder gefundene Korrelation von Mongolismus und hohem Alter der Mütter sowie die Stellung der Mongoloiden am Ende der Geburtenreihen. In den wenigen Fällen unserer Untersuchung, in denen die mongoloiden Kinder Erstgeborene waren, zeigte sich, daß es sich um verspätet zur Geschlechtsreife gelangende Mütter gehandelt hatte; die später zu einer Zeit

völliger geschlechtlicher Reife ausgetragenen Kinder waren durchweg gesund. Umgekehrt verhielt es sich dementsprechend bei den letztgeborenen Mongoloiden, deren voraufgegangene Geschwister aus der Zeit geschlechtlicher Reife ihrer Mütter durchweg gesund waren.

Nun ist das Eintreten bzw. Verlöschen der Geschlechtsfunktionen des weiblichen Organismus zweifellos erbbedingt; trotzdem aber ist der Mongolismus nicht als eine Erbkrankheit im engeren Sinne zu bezeichnen, weil hier nur indirekt auf dem Umwege erbbedingter Funktionen Entwicklungshemmungen auftreten, ohne daß in der Erbmasse der Erkrankten ein mutiertes Gen für die Krankheit verantwortlich zu machen wäre. Das sich ganz gelegentlich findende Vorkommen familiärer Häufung mongoloider Idioten erklärt sich daraus, daß Krankheiten, die mit Störungen der Eierstocksfunktionen einhergehen, in einer Sippe erblich sind, oder daß einmal aus hier nicht näher zu erörternden Gründen von einer (kranken) Frau mehrmals nacheinander dysplasmatische Eizellen gebildet wurden.

Es erhebt sich nun die Frage, welche Stellung die mongoloide Idiotie in der Erbgesundheitsgesetzgebung einnimmt. Echte mongoloide Idiotie muß nach den mitgeteilten Ergebnissen als nicht erbbedingt im engeren Sinne angesehen werden. Es handelt sich bei dieser Erkrankung vielmehr höchst wahrscheinlich um eine Entwicklungshemmung auf Grund einer Minderwertigkeit des Plasmas der mütterlichen Eizelle. Infolge dieser Minderwertigkeit kann sich das erblich normal angelegte Kind nicht bis zur Norm entwickeln, so daß es körperlich und geistig auf einer unterentwickelten Stufe stehenbleibt.

Da aber in § 1 Absatz 2 Ziffer 1 des Gesetzes zur Verhütung erbkranken Nachwuchses nicht von *erblichem* Schwachsinn, sondern nur von *angeborenem* Schwachsinn die Rede ist, kann prinzipiell die echte mongoloide Idiotie als unter diese Ziffer des Gesetzes fallend angesehen werden; denn es unterliegt keinem Zweifel, daß der Schwachsinn bei der mongoloiden Idiotie angeboren ist. Andererseits heißt es im Kommentar des Gesetzes zur Verhütung erbkranken Nachwuchses, 2. Auflage, Seite 128: „Inwiefern in Einzelfällen ein solcher als früh erworben erscheinender Schwachsinn noch zum angeborenen Schwachsinn dieses Gesetzes zu zählen ist oder nicht, hängt lediglich davon ab, ob erbliche Ursachen in der Familie nachzuweisen bzw. äußere auszuschließen oder aber äußere Ursachen allein positiv nachzuweisen sind. Im letzteren Fall wird man von Unfruchtbarmachung absehen." Entsprechend heißt es auf Seite 120: „Von einer Unfruchtbarmachung soll dem Geiste des Gesetzes entsprechend also nur da abgesehen werden, wo der Schwachsinn als *sicher exogen*, d. h. durch Schädigungen des Kindes innerhalb oder außerhalb des Mutterleibes bedingt erwiesen ist. In allen Fällen, wo dieser Nachweis nicht erbracht werden kann, ist die Unfruchtbarmachung für zulässig zu erklären."

Im Falle der echten mongoloiden Idiotie handelt es sich im allgemeinen um einen solchen Fall sicher exogenen Schwachsinns, der durch Schädigung des Kindes innerhalb des Mutterleibes bedingt wird.

Nach dem heutigen Stand der Erbforschung braucht also echter Mongolismus nicht unter § 1 Absatz 2 Ziffer 1 des Gesetzes zur Verhütung erbkranken Nachwuchses zu fallen, zumal die mongoloiden Idioten sich überhaupt so gut wie nie fortpflanzen. Natürlich wäre bei mongoloiden Idiotinnen, die sich in verhältnismäßiger Freiheit auf dem Lande befinden, doch gelegentlich eine Fortpflanzung möglich. Ich vermute allerdings, daß dann ein nichtmongoloides Kind resultiert, wenn auch der Vater eines solchen Kindes wohl nicht gerade als erbwertmäßig erwünscht angesehen werden kann. Eine Sterilisierung selbst nichterblich Schwachsinniger, die sich in Freiheit befinden, kann daher meines Erachtens kaum Schaden anrichten. Grundsätzlich anders liegt es jedoch in der *Erbberatung*. Hier ist es von großer Wichtigkeit, daß eine Sippe nicht zu Unrecht in den Verdacht gerät, erbuntüchtig zu sein und daher vielleicht gerade aus besonderer Gewissenhaftigkeit heraus mehrere Mitglieder auf Fortpflanzung verzichten.

Praktische Ergebnisse.

Eine Sippe, in der isoliert ein mongoloider Idiot aufgetreten ist, kann nicht als erblich belastet gewertet werden. Auch die Geschwister und Eltern eines Mongoloiden sind nicht als Träger von Erbanlagen für Mongolismus anzusehen.

In jedem Fall von Mongolismus ist nach ovarieller Insuffizienz der Mutter zu fahnden und, wenn möglich, die fachärztliche Beseitigung der Quelle dieser Insuffizienz anzustreben (Entfernung einer Eierstocksgeschwulst, Regulierung des Menstruationszyklus durch Hormonbehandlung usw.).

Ist ein mongoloides Kind die Erstgeburt aus der Zeit verzögerter Geschlechtsreife der Mutter, so kann meines Erachtens gegen weitere Kindererzeugung dann nichts eingewandt werden, wenn die Mutter im Laufe der Zeit von selbst oder durch entsprechende Behandlung zu störungsfreier geschlechtlicher Funktionstüchtigkeit gelangt ist; der gelegentlich auch ärztlicherseits gegebene Rat, bei sexuellem Infantilismus spät reifender Mädchen durch Geschlechtsverkehr und Schwangerschaft eine Besserung zu erreichen, scheint mir dagegen abwegig zu sein.

Die Kindererzeugung in den Wechseljahren ist ebenso wie die von Frauen mit innersekretorischen Störungen (im Sinne einer Unterfunktion der Eierstöcke) zu widerraten.

Alles in allem wäre also darauf zu dringen, daß die Frau nur in voller sexueller Gesundheit die verantwortungsvolle Aufgabe der Mutterschaft auf sich nehmen soll.

Diese Forderungen sind zu stellen, weil der Rassenhygieniker jede Art der Keimschädigung, mag es sich nun um die Folge einer Mutation oder einer Plasmaschädigung handeln, nach Möglichkeit zu verhüten hat. Die rassenhygienisch begründete Forderung nach voller Gesundheit der werdenden Mütter verbindet sich aber in glücklicher Weise mit den individualärztlichen Vorschriften der Frauenärzte im Interesse der Mütter selbst. So zeigt sich auch hier wieder, daß sich die Maßnahmen des Rassenhygienikers keineswegs gegen das Einzelindividuum richten, sondern auch darüber hinaus gleichzeitig dem Wohl des Ganzen dienen.

Literatur.

L. Doxiades u. W. Portius, Z. menschl. Vererbgs- u. Konstit.lehre **21**, H. 3, 384 (1937). — H. Geyer, Erbarzt **1935**, Nr 6, 83 — Zur Ätiologie der mongoloiden Idiotie. Monographie. Leipzig: Georg Thieme 1939. — H. Schröder, Z. Neur. **160**, H. 1 u. 2, 73 (1937); **163**, H. 2 u. 3, 390 (1938). — B. Schulz, Z. Neur. **129**, H. 1 u. 2, 147ff. (1930).

Die Bedeutung der Probiermechanismen im Organismenreich.

Es ist für die Lebewesen charakteristisch, daß sie auf die günstigen und die ungünstigen Möglichkeiten ihrer Umwelt *eingestellt* sind. Für jedes bedrohliche Ereignis, das mit einiger Regelmäßigkeit in der normalen Umwelt eintritt, ist im Organismus so etwas wie eine gespannte Feder vorhanden, die einen Abwehr- oder Ausgleichsmechanismus in Tätigkeit setzt. So finden wir viele Süßwasserbewohner dagegen gewappnet, daß ihr Tümpel austrocknet oder einfriert, die Spaltöffnungen der Pflanzen regulieren ihre Weite nach dem Feuchtigkeitsgehalt der Luft. Entsprechend ist für *günstige* Möglichkeiten durch Einbau von Nutzungsmechanismen vorgesorgt. Ähnlich wie ein Windmotor sein Schaufelrad mittels einer Steuerfläche selbsttätig auf die Windrichtung einstellt, wendet die Pflanze ihre Blätter dem Lichte zu, und das Raubtier wird durch den Anblick der Beute zu den Handlungen veranlaßt, die zu ihrer Erlangung dienen.

Durch sinnreichen Bau werden also *günstige Zufälle sozusagen eingefangen.* Der geöffnete Tentakelkranz der Seerose, das Netz der Spinne sind anschauliche Beispiele dafür. Immer ist irgendwie dafür gesorgt, daß aus jeder Situation (wohlverstanden: sofern es eine „normale" ist) das beste herausgeholt wird. Dieses Gerüstetsein gehört zum Wesen des Lebendigen.

Aber es gibt zahlreiche Fälle, für die sich eine verhältnismäßig so einfache Vorsorge nicht treffen läßt, weil sie sich in ihren Einzelheiten sozusagen nicht vorher übersehen lassen. Das Eingestelltsein erweist sich als nützlich gegenüber regelmäßig wiederkehrenden Umweltänderungen, wie dem Wechsel von Tag und Nacht, Frost und Hitze usw. Versagen muß es dagegen angesichts regelloser Geschehnisse und Gegebenheiten. Für derartige Fälle hat aber das Leben eine andere, verwickeltere und vollkommenere Art von Mechanismen geschaffen, nämlich solche, die so lange *probieren*, bis ein gangbarer Weg gefunden ist. Der glückliche Zufall wird hier also nicht mehr abgewartet, sondern *aufgesucht.* Es ist gleichsam, als gebe die Natur, wenn sie ein Schloß nicht kennt, ihren Kindern statt eines Schlüssels einen *Schlüsselbund* und dazu den Trieb, nicht zu ruhen, bis der passende Schlüssel gefunden ist.

Suchbewegungen spielen schon bei den Einzellern eine Rolle, ja sie sind bei gewissen Infusorien so typisch, daß die Erscheinung gerade hier am ersten studiert werden konnte. Die „Methode von Versuch und Irrtum," wie sie Jennings im Anschluß an Lloyd Morgan nannte, ist z. B. beim Pantoffeltierchen von prachtvoller Deutlichkeit. Das auf eine chemische Reizquelle oder dgl. stoßende Paramaecium kehrt seinen Wimperschlag um, so daß es rückwärts schwimmt, und beschreibt nun, indem die Cilien der linken Seite nach rechts schlagen, mit der Achse seines Körpers einen Kegelmantel. Dabei strudeln die Mundfeldwimpern Wasser heran, das geprüft wird. Solange das Ergebnis ungünstig ist, dauert die kreisende Bewegung an, zeigt dagegen die Probe günstige Verhältnisse, dann schwimmt das Tier wieder vorwärts. Manche Forscher, z. B. G. Bohn, haben sich an dem Ausdruck „Versuch" (trial) gestoßen, der ihnen für so einfache, mechanisch unschwer analysierbare Verhältnisse nicht passend schien. Freilich haben wir hier einen ziemlich primitiven Probiermechanismus vor uns, der sicher vollautomatisch arbeitet, aber wenn es auf das Prinzip ankommt, muß er berücksichtigt werden.

Beim Trompetentierchen (Stentor) ist, wie Jennings gezeigt hat, eine ganze Kette aufeinanderfolgender Abwehrmaßnahmen vorgesehen, die dem Tier die Möglichkeit gibt, herauszufinden, auf welche Weise es sich einem Reiz, z. B. einem Strom von Tuschekörnchen, entziehen kann. Hilft bloßes Wegkrümmen nicht, so wird die Schlagrichtung der Wimpern mehrmals für einen Augenblick umgekehrt. Das nächste Mittel ist wiederholte Zusammenziehung. Bleibt auch das erfolglos, so schwimmt der Stentor weg.

Eine ähnliche Folge von Maßnahmen, die auf „Durchprobieren des Aktionssystems" hinausläuft, berichtet Bethe von Krabben. Hält man einen Carcinus an einem Bein der linken Seite fest, so sucht er zuerst nach rechts zu entfliehen. Dann stemmt er sich mit den benachbarten Beinen gegen die ihn haltende Hand und zieht das gefaßte Bein an. Darauf zwickt er mit der linken Schere die Hand des Angreifers. Zuletzt dreht er sich halb herum, so daß auch die rechte Schere in Tätigkeit tritt.

Suchbewegungen geschehen aber nicht nur auf einen Reiz hin, sondern auch „spontan". Bei Paramaecium bewirkt schon die Art der Fortbewegung, wobei der Körper sich dauernd um seine Längsachse dreht, ein Suchen. Denn hierdurch wird das Tier systematisch mit Proben des umgebenden Wassers versorgt. Viele andere Infusorien bewegen sich geradezu in einer Spirale vorwärts, und nach A. Kahl zeigt sich innerhalb der ganzen Klasse deutlich die Tendenz, durch Ausgestaltung der körperlichen Asymmetrie diese Bewegung zu einer zwangsläufigen zu machen. Meines Erachtens handelt es sich hier um eine Einrichtung zum Absuchen des Mediums.

Ähnliche Besonderheiten der Bewegung finden sich bei vielen Tieren. Die Pedicellarien der Seeigel vollführen ständig tastende Bewegungen. Auch das Spiel der Ohren bei Pferd und Hund und die Bewegungen der Fühler bei vielen Insekten sind solche Suchbewegungen. Sogar das scheinbar sinnlose Durcheinanderlaufen der Ameisen ließe sich wohl ähnlich deuten. Es wirkt wie eine Vergrößerung der Individuenzahl: Patrouillen haben mehr Aussicht, etwas zu finden, als am Platze bleibende Posten. Der Grüne Süßwasserpolyp macht

alle paar Minuten bestimmte Bewegungen: Die Tentakel werden kontrahiert, der Körper wird zur Seite gekrümmt, dann werden die Fangarme in neuer Richtung ausgestreckt; wird dennoch nichts gefangen, kriecht die Hydra ein Stück weiter. Diese Bewegungsfolge dient natürlich der Vergrößerung des Fangraumes (HEMPELMANN).

Ein wie allgemeines Prinzip den Probiermechanismen zugrunde liegt, zeigt sich darin, daß sie auch bei Pflanzen weit verbreitet sind. Bekannt sind die windenden Bewegungen des Sprosses oder einzelner Ranken bei den Kletterpflanzen. Die 20 cm langen Fadenranken der Passionsblume kreisen in 40 Minuten und weniger! Auch Wurzeln führen mit ihren Spitzen Suchbewegungen aus, durch die sie feuchte Stellen im Boden finden.

Bei den Tieren stehen die Probiermechanismen vor allem im Dienst der Ernährung. Die Biene fliegt von Blüte zu Blüte, das Raubtier durchstreift sein Revier, die Egel machen nach HERTER pendelnde Suchbewegungen usw. Auch wenn ein Beutetier gefaßt ist, bedarf es oft noch längeren Probierens durch immer wiederholtes Zuschnappen, bis es in eine Lage gerät, in der es sich bequem verschlucken läßt. Doch auch bei der Fortpflanzung spielen Probiereinrichtungen eine wichtige Rolle. Zunächst wird das Sichfinden der Gatten fast stets durch derartige Mechanismen bewirkt. Aussenden von Duft, Licht, Klopfzeichen usw. zusammen mit entsprechenden Empfangsgeräten beim anderen Geschlecht ermöglicht die Paarung. In anderen Fällen — z. B. bei Hohltieren und Stachelhäutern — wird die Befruchtung des Eies durch die in ungeheurer Menge hervorgebrachten Spermatozoen gesichert, was ebenfalls auf einen Suchmechanismus hinausläuft. Ebenso ist das Ausstreuen einer Unzahl von Nachkommen bei Tieren und Pflanzen zu bewerten. Viele Parasiten vermögen nur dadurch ihren Wirt zu finden, daß sie eine scheinbar verschwenderische Fülle von Eiern hervorbringen und so die Wahrscheinlichkeit eines Treffers praktisch zur Gewißheit steigern.

Bei vielen dieser Suchmechanismen finden wir bereits Ansätze zu einer noch vollkommeneren Methode. Über das bloße Aufsuchen günstiger Fälle hinaus führt es, wenn der Organismus gewissermaßen selbst zu würfeln beginnt. Er schafft sich zahlreiche Möglichkeiten, unter denen dann die beste ausgewählt wird. Das ist die „Überproduktion von Gelegenheiten", wie es O. ZUR STRASSEN genannt hat. Seine großartigste Anwendnng hat dies Prinzip des Probierens in der Fähigkeit der Lebewesen zur *Erbänderung* gefunden, worauf kürzlich wieder W. BURKAMP nachdrücklich hingewiesen hat. Mittels ihrer Variabilität tasten die Organismen ihren Lebensraum ringsherum ab, und wo eine Form zusagende Bedingungen findet, setzt sie sich fest. Dabei probieren die Arten sozusagen auch auf Vorrat: Mutation und Selektion brauchen keineswegs zusammenzufallen; es kann daher gegen Umweltänderungen durch vorheriges Variieren bis zu einem gewissen Grade vorgesorgt werden.

Möglicherweise ist auch die *Befruchtung*, bei der zwei Fortpflanzungszellen verschmelzen und ihre Erbanlagen sich auf neuartige Weise kombinieren können, von besonderer Bedeutung bei dem Suchen der Organismen nach Anpassungen. Denn sie ermöglicht rasches Zustandekommen *glücklicher neuer Genkombinationen* und macht dadurch vielleicht auch jene schwierigen „Coadaptationen" verständlich, die als ein Hauptargument gegen die Selektionstheorie gelten.

Eine Sondergruppe von Probierbewegungen sind die *Spiele*, soweit sie der Übung und dem Kennenlernen des eigenen Körpers und der Umwelt dienen. Wie durch alle Sucheinrichtungen wird auch durch sie Ordnung geschaffen oder erhöht, z. B. indem vorteilhafte Bahnen im Nervensystem herausgefunden und ausgeschliffen werden. Diese beim Tier wohl durchweg unbewußte Arbeit wird beim Menschen allmählich bewußt. Der Sinn der auffällig langen Jugendzeit des Menschen dürfte darin liegen, daß er besonders viel zu lernen hat. „Die vornehmste Pflicht der Jugend", sagt MITCHELL in seinem Werk über die Kindheit der Tiere, „ist, Experimente in jeder Richtung zu machen".

Der Mensch bietet zugleich das Beispiel der vollkommensten Suchorganisation in seinem *Denkorgan*. Schon bei einzelnen Tieren, die Werkzeug und Kleidung gebrauchen, finden wir, daß der Organismus durch Ausprobieren und Auswahl des Baumaterials, Verlassen ungeeigneter Nester und Netze usw. eine Art *Selektion zwischen seinen Werken* vornimmt, bevor er sich selbst samt seinem Werk der Selektion durch den Daseinskampf unterwirft. Diese geschickte Neuerung hat aber nur der Mensch völlig auszuwerten vermocht. Denn er allein ist imstande, jener „Selektion zwischen den Werken" noch eine *Selektion zwischen den Gedanken* vorangehen zu lassen. Im Gehirn des Menschen kommt durch mannigfaches Erleben allmählich ein — in vieler Hinsicht freilich rohes und ungenaues — *Abbild der Welt* zustande. Und da auch die Kausalverknüpfungen, die wir in unserer Umwelt kennenlernen, mit in das Gehirn projiziert werden, so können wir wohl von einem *Modell* der Welt sprechen, an dem der Mensch wie in einem Laboratorium probieren und vorausberechnen kann, was draußen geschehen wird oder was geschehen könnte, wenn bestimmte Bedingungen gesetzt würden.

Dies ist bei weitem der eleganteste Probiermechanismus, den das irdische Leben hervorgebracht hat. Denn er bedarf keineswegs der Materialmengen selbst, die geordnet werden sollen. Im Gehirn genügen unmeßbare Verschiebungen von Stoffen, ein minimaler Umsatz von Energie und verschwindend kleine Zeiträume, um die Ordnung zu schaffen, die sich dann verhältnismäßig leicht auf die Dinge der Umwelt übertragen läßt. Ist im Gehirn eines Erfinders das Bild einer neuen Maschine zustande gekommen, so wird es nicht lange dauern, bis sie greifbar vor ihm steht.

Der Probiermechanismus des Gehirns beruht ebenfalls auf dem Zusammenwirken von *Variation und Auslese*. Die Phantasie schafft eine Fülle von Probestücken, und die Kritik wählt unter ihnen dasjenige aus, das im Laboratoriumsversuch des Denkens das günstigste Ergebnis liefert.

Die Probiermechanismen, vom einfachsten bis zum vollkommensten, sind das Mittel, durch das sich die in den Lebewesen verkörperte Ordnung nicht nur erhält, sondern sogar steigert. Der ewige Widersacher des Lebens ist der *Zufall*, der alle Ordnung ständig mit Vernichtung bedroht. Seine Schachzüge lassen sich im einzelnen nicht voraussehen. Aber das Leben wendet gewissermaßen die Wahrscheinlichkeitsrechnung an und trifft den Gegner dadurch an seiner Achillesferse. Es vermag so zunächst einmal gegen die *in der Regel* eintretenden Zufälle vorzusorgen. Darüber hinaus aber geht es mit Hilfe seiner Probiermechanismen dazu über, günstige Zufälle *herauszusuchen*, ja sogar seinerseits (durch Variation aller Art) Zufälle zu erzeugen, unter denen es wählen kann. So wird der Zufall eigentlich dadurch überwunden, daß er von vornherein in die Rechnung mit eingestellt wird. Das Leben durchbricht die gewöhnliche Kausalität nicht, es nutzt sie vielmehr auf eigenartige Weise aus und schafft dadurch eine höhere Gesetzlichkeit. Und gerade die Probiermechanismen sind das Mittel, durch das sich innerhalb einer dem

Kausalgesetz restlos unterworfenen Welt dieses sinnvolle, geordnete Sein und Geschehen zu entwickeln vermag.

G. v. FRANKENBERG.

Literatur.

G. BOHN, Die Entstehung des Denkvermögens. Übers. v. R. THESING. Leipzig o. J. — W. BURKAMP, Wirklichkeit und Sinn. Berlin 1938. — G. v. FRANKENBERG, Das Wesen des Lebens. Braunschweig 1933. — F. HEMPELMANN, Tierpsychologie. 1926. — K. HERTER, Hirudinea. In: SCHULZE, Biologie der Tiere Deutschlands, Teil 12b. Berlin 1932. — H. S. JENNINGS, Das Verhalten der niederen Organismen. Leipzig u. Berlin 1914. — A. KAHL, Ciliata I, in: F. DAHL, Die Tierwelt Deutschlands, 18. Teil. Jena 1930. — P. C. MITCHELL, Die Kindheit der Tiere. Deutsch von H. PANDER. Stuttgart 1913. — O. ZUR STRASSEN, Die Zweckmäßigkeit. In: HINNEBERG, Kultur der Gegenwart, III. IV 1, Allg. Biologie. Leipzig und Berlin 1915.

Kurze Originalmitteilungen.

Für die kurzen Originalmitteilungen ist ausschließlich der Verfasser verantwortlich.

Die Basizität der Heteropolysäuren — ein Strukturproblem.

In einer früheren Zusammenfassung der bisherigen Ergebnisse unserer kristallchemischen Untersuchungen an Heteropolysäuren[1]) wurde darauf hingewiesen, daß bei Al-Silicowolframat $AlHSiW_{12}O_{40} \cdot 28\ H_2O$ und der analogen Cer-Verbindung Anzeichen einer *höheren Basizität* vorhanden sind, als sie durch die übliche Formel der Kieselwolframsäure angegeben wird. Der bei der Analyse dieser Salze aufgefundene Überschuß an Al[2]) bzw. Ce war stöchiometrisch nicht faßbar, so daß wir ihn zunächst durch einen statistischen Ersatz der noch freien H-Ionen im Kristallgitter zu erklären versuchten. Sichere Anhaltspunkte dafür, daß die Salze Abkömmlinge einer Silicowolframsäure mit mehr als 4 ionisierten Wasserstoffatomen sind, waren vorläufig nicht vorhanden. Indessen aber gaben die Beobachtungen einen Hinweis dafür, daß die noch umstrittene Frage der Basizität der Heteropolysäuren vielleicht vom kristallographischen Standpunkt aus einer Lösung näher gebracht werden könne.

Es ist bekannt, daß man den Heteropolysäuren zweierlei Basizitäten zuschreibt. Allerdings sind die Angaben für Salze von Säuren mit höheren Basizitätsstufen nur spärlich und zudem noch sehr unsicher. Kristallographische Untersuchungen mit dem Ziel, die Existenz solcher Salze, die meist schwerlöslich und außerdem undeutlich kristallisiert sind, nachzuweisen, wurden bisher nicht durchgeführt. Bezeichnend ist, daß KEGGIN[3]), sowie BRADLEY und ILLINGWORTH[4]) bei der Ermittlung der Kristallstruktur der Phosphorwolframsäure auf die Annahme höherer Basizität verzichteten.

Nun fand ich vor kurzem bei Kristallisationen von Eisensilicowolframaten ein weiteres bisher unbekanntes Salz, *das sich sowohl nach seinem Chemismus als nach seinen Isotypiebeziehungen als ein kristallographisch wohldefinierter Abkömmling einer mindestens achtbasischen Silicowolframsäure erwiesen hat.*

Es handelt sich um intensiv gelb gefärbte, tetragonale Blättchen von 2—3 mm Durchmesser und 0,5—1 mm Dicke. Die Kristalle sind Kombinationen der Formen {001} und {hol}. Allerdings ist der Winkel zwischen Pyramide und Basis nur ungenau meßbar, weil jeder Kristall aus mehreren, nicht genau parallel (001) orientierten Einzelindividuen aufgebaut ist. Die Kristalle sind an Luft ziemlich beständig; in kaltem Wasser werden sie langsam zersetzt. Sie sind optisch anomal mit deutlich ein- und zweiachsigen Feldern. Der Charakter ist positiv wie bei dem analog kristallisierenden Baryum*bor*wolframat. Die optischen Erscheinungen zwischen gekreuzten Niccols werden durch die oben erwähnte Überlagerung von Lamellen nach (001) bisweilen sehr unübersichtlich. Laueaufnahmen parallel [001] zeigen die Symmetrie C_4; die Verteilung der Intensitäten deutet jedoch auf Störungen im Gitter hin, die nicht allein dem schichtartigen Aufbau der Kristalle zugeschrieben werden können.

Gitterkonstanten (aus Schwenkdiagrammen ermittelt; $CuK\alpha$-Strahlung): $a = 12.18$ Å, $c = 18.82$ Å; $c/a = 1{,}5452$; Translationsgruppe T_0. Die Filme $a_1/(001)$ und $a_2/(001)$ sind bezüglich der Nullschichtlinie nicht vollsymmetrisch. Aus der Optik folgt aber die tetragonale Anlage des Kristalls. Die Divergenzen der Schichtlinien auf Filmen c/(100) bestätigen wiederum den Aufbau selbst kleinster Kristalle aus nicht ganz parallel orientierten Blättchen nach (001).

Die Analyse des Salzes führte zu der Formel

$$Fe_5HSi_2W_{24}O_{84} \cdot 52\ H_2O.$$

In der elementaren Einheit ist ein Molekül enthalten. Dichte $\varrho_{röntg.} = 4{,}19$. Aus diesen Daten ergibt sich folgendes:

1. Die Elementarzelle stimmt in Größe und Form weitgehend mit jener des 30-Hydrats der zugehörigen Säure überein[5]) ($H_4SiW_{12}O_{40} \cdot 30\ H_2O$: $a = 12{,}98$ Å; $c = 18{,}52$ Å; T_0). Damit ist zum erstenmal für die *tetragonale* Kieselwolframsäure Isotypie mit einem zugehörigen Salz festgestellt.

2. Die Übereinstimmung der Kristallgitter von Säure und Salz erhärtet das Ergebnis der chemischen Analyse. Das aufgefundene Molekülvolumen ist mit der Größe der Elementarzelle in Einklang zu bringen. Man hat es also tatsächlich mit einem Eisensalz zu tun, das sich von einer mindestens achtbasischen Kieselwolframsäure $H_8SiW_{12}O_{42} \cdot 28\ H_2O$ ableitet.

3. Das anomale optische und röntgenographische Verhalten des Salzes läßt sich wohl dadurch erklären, daß die Besetzung von mehr als 4 Wasserstoffatomen pro Säuremolekül mit einem Zwang verbunden ist, der sich in den Stabilitäts- und Symmetrieverhältnissen des Gitters äußert. Es scheint bei der Bildung dieses Salzes der außergewöhnliche Fall einzutreten, daß die einzubauenden Kationen bezüglich der Zahl und der kristallchemischen Aktivität gerade noch ein Optimum im Kristallgitter der freien Säure antreffen. *Es können also tatsächlich bei Kieselwolframsäure unter günstigen Umständen noch weitere OH-Gruppen ionisiert und neutralisiert werden, sofern es die Raumverhältnisse und die speziellen Eigenschaften der einzubauenden Ionen gestatten.* Möglicherweise erfolgt auch hier — wie bereits früher beobachtet wurde[6]) — die Besetzung bestimmter H_2O-Positionen durch Kationen. Die Verringerung des Molekülvolumens sowie des Wassergehalts bei der Salzbildung spricht dafür.

Die umstrittene Frage der Basizität der Heteropolysäuren scheint demnach allein ein Raumproblem zu sein, das sich mit den Methoden der Kristallographie sicherlich lösen läßt. Weitere Ergebnisse werden an anderer Stelle mitgeteilt.

München, Mineralogisches Institut der Universität, den 17. Oktober 1939. O. KRAUS.

[1]) O. KRAUS, Fortschr. Min., Krist. **21**, 63 (1937).
[2]) O. KRAUS, Z. Kristallogr. A **93**, 382 (1936).
[3]) I. F. KEGGIN, Proc. roy Soc. Lond., A **144**, 1076 (1934).
[4]) A. I. BRADLEY u. I. W. ILLINGWORTH, Proc. roy. Soc. Lond., A **157**, 113 (1936).
[5]) O. KRAUS, Z. Kristallogr. A **91**, 402 (1935).
[6]) O. KRAUS, Z. Kristallogr. A **94** 256 (1936); **100**, 394 (1939).

Über die Neutronen der kosmischen Ultra-Strahlung.

Zwecks Feststellung des Vorhandenseins von Neutronen in der kosmischen Ultrastrahlung wurde die durch Radiomangan (2,5 Stunden) hervorgerufene Aktivität einer gesättigten $KMnO_4$-Lösung in Wasser untersucht. Die Abscheidung des Mn wurde durch bloße Filtrierung bewerkstelligt[1]). Nach Trocknung wurde das Filterpapier um ein Al-Zählrohr mit Wänden von 0,15 mm Stärke gewickelt. Kontrollmessungen wurden mit einer Neutronenquelle

Po + Be vorgenommen. Die angestellten 3 Messungsserien in Mailand (120 m), in Breuil (2000 m) und auf dem Plateau Rosa (3500 m) haben durchwegs negative Resultate ergeben.

Nach Beendung dieser Versuche erschien die Arbeit von MONTGOMERY und MONTGOMERY[2]), aus der hervorgeht, daß die beiden Forscher in der Höhe des Meeresniveaus eine Neutronenfrequenz von $9 \cdot 10^{-2}$ cm^{-2} Min.$^{-1}$ feststellten; folglich hätte sich bei den für Mailand geltenden Bedingungen —0,1 Zerfall Min.$^{-1}$ und auf dem Plateau Rosa, bei Annahme einer Erhöhung[3]) von ungefähr 10, 1 Zerfall Min.$^{-1}$ ergeben müssen, d. h. also eine mit unserer Vorrichtung nicht feststellbare Ziffer.

Im Widerspruch zu unseren und zu den Montgomery-Messungen stehen hingegen die Messungen V. HALBAN und KOWARSKI[4]), die in Paris 10 Neutronen cm^{-2} Min.$^{-1}$ beobachtet haben wollen.

Milano, Istituto di Fisica R. Università, den 23. August 1939. G. COCCONI. V. TONGIORGI.

[1]) FERMI u. Mitarbeiter, Proc. roy. Soc. Lond. **149**, 522 (1935).
[2]) MONTGOMERY u. MONTGOMERY, Physic. Rev. **56**, 10 (1939).
[3]) FÜNFER, Z. Physik. **111**, 351 (1938).
[4]) V. HALBAN u. KOWARSKI, C. R. **208**, 572 (1939).

Besprechungen.

SOMMERFELD, ARNOLD, **Atombau und Spektrallinien.** 2. Band. 2., umgearbeitete und erweiterte Auflage des „Wellenmechanischen Ergänzungsbandes". Braunschweig: Friedrich Vieweg & Sohn 1939. XI, 820 S. und 62 Abbild. 15 × 23 cm. Preis brosch. RM 35.—, geb. RM. 38.—.

Der vorliegende zweite Band des SOMMERFELDschen Werkes über den Atombau stellt eine erhebliche Erweiterung und zum Teil weitgehende Umarbeitung des vor etwa 10 Jahren erschienenen Ergänzungsbandes dar. In diesen 10 Jahren hat sich die Physik der Atomhülle zu einem so umfangreichen Gebiet entwickelt, daß eine vollständige und umfassende Darstellung im Rahmen eines einzelnen Buches kaum mehr möglich wäre. Der neu erschienene zweite Band hält sich getreu an die Tradition des ersten Bandes und der früheren Auflagen des SOMMERFELDschen Werkes; er soll kein Handbuch sein, das in knapper Darstellung das ganze Gebiet möglichst lückenlos umfaßt; auch soll es sich nicht in erster Linie um die prinzipiellen physikalischen Grundlagen handeln und ebensowenig um die rein mathematischen Probleme, die durch die Wellen- oder Quantenmechanik aufgeworfen werden. Vielmehr soll das Buch dem Lernenden, der sich in das Gebiet der Quantentheorie des Atombaues einarbeiten will, zeigen, „wie es gemacht wird". Man soll aus ihm lernen, wie die physikalischen Probleme theoretisch behandelt werden, die im ersten Band aufgeworfen und an Hand der klassischen Theorie oder der früheren Quantentheorie erläutert worden sind. Dabei wird mit Recht der Grundsatz angewandt, daß vielseitige Übung im praktischen Gebrauch einer Theorie für das Verständnis wichtiger ist als äußerste Präzision und Ausführlichkeit in der Darstellung der mathematischen oder physikalischen Grundlagen.

Das erste Kapitel bringt die Ableitung der SCHRÖDINGERschen Wellengleichung aus der HAMILTONschen Analogie zwischen klassischer Mechanik und Strahlenoptik. Die Bedeutung der Wellenfunktion wird hierbei zunächst offengelassen, die Beziehung $E = h\nu$ zusammen mit der Verwandtschaft von Wellenpaket und Teilchen genügt zur Einführung der PLANCKschen Konstante. Nach einer kurzen Besprechung der DE BROGLIEschen Beziehungen für das freie Elektron folgt die Darlegung der mathematischen Methodik: Eigenfunktion, Eigenwert; Kugelfunktionen, Besselfunktionen; als einfache Anwendung: Tunneleffekt, Oszillator, Rotator. Dann eine allgemeine Übersicht über die Wellengleichung im Konfigurationsraum, Kontinuitätsgleichung und verwandte Beziehungen. Hier wird auch die statistische Deutung der Wellenfunktion auseinandergesetzt. — Das zweite Kapitel behandelt das Einkörperproblem (LAGUERREsche Polynome, numerische Darstellung der Eigenfunktionen, kontinuierliches Spektrum, Intensitätsfragen, Zeeman-Effekt) und die Theorie der Bandenspektren. — Im dritten Kapitel werden die physikalischen Grundlagen der Wellenmechanik präzisiert. Auch hier verzichtet SOMMERFELD auf eine axiomatische Festlegung der eingeführten Begriffe; denn eine solche Festlegung ist trotz des Vorteils prinzipieller Klarheit für den Lernenden im allgemeinen nur schwer verständlich. Vielmehr führt er den Leser durch geeignete Beispiele zu einem allmählichen Verständnis für die Art, wie die wellenmechanischen Begriffe angewandt werden müssen. Zunächst wird an der Bewegung der Wellenpakete noch einmal die statistische Deutung der Wellenfunktion klar gemacht. Dann folgen Betrachtungen über den Zusammenhang wellenmechanischer und klassischer Größen, ein Exkurs über die Erhaltungssätze, eine Einführung in die Operatorenrechnung. Die Matrixmechanik wird am Beispiel des Oszillators erklärt, den Schluß bilden ein Abschnitt über die Unschärferelation und ein weiterer über die Transformationstheorie. — Das vierte Kapitel gilt der DIRACschen Theorie des Elektrons. Die SOMMERFELDsche Darstellung unterscheidet sich hier von den meisten anderen Darstellungen dieses Gegenstandes durch die konsequente Benutzung der hyperkomplexen Zahlen. Dies scheint dem Ref. gerade im Hinblick auf praktische Rechnungen ein erheblicher Vorteil, da die sonst übliche frühzeitige Einführung der DIRACschen Matrizen die Rechnungen oft schwerfälliger macht, als es nötig wäre. Die klare Unterscheidung von zwei „Standpunkten" bei der Behandlung der Lorentz-Transformation erleichtert das Verständnis erheblich. Kepler-Problem und Feinstrukturformel, die Polarisation der Materiewellen und das KLEINsche Paradoxon werden ausführlich besprochen. Auch die negativen Eigenwerte und die Entdeckung des Positrons werden kurz behandelt. — Das fünfte Kapitel bringt die Störungstheorie. Zunächst allgemein, dann die Anwendungen: STARK-Effekt, Dispersionstheorie, Stoßprobleme, Gitterbeugung und Interferenz, anomaler ZEEMAN-Effekt. — Das sechste Kapitel enthält die Theorie des Photoeffekts, das siebente die des kontinuierlichen Röntgen-Spektrums; in beiden Fällen in engem Anschluß an frühere Untersuchungen SOMMERFELDs und seiner Mitarbeiter. Die zum Teil verwickelten Rechnungen werden auch hier stets so weit geführt, daß ein eingehender Vergleich mit der Erfahrung möglich wird. Unter den speziellen Anwendungen seien die BETHE-HEITLER-Formel und die Berechnung des Absorptionskoeffizienten von stellarer Materie genannt. — Das achte Kapitel behandelt den COMPTON-Effekt. — Erst das neunte ist den eigentlichen Mehrkörperproblemen gewidmet: Heliumspektrum, Wasserstoffmolekül und chemische Bindung. Hier wird auch das PAULI-Prinzip ausführlich besprochen, die Fragen des Kernbaues werden kurz gestreift. — Das letzte, zehnte

Kapitel endlich enthält verschiedene Näherungsmethoden, die sich bei der Behandlung wellenmechanischer Probleme als nützlich erwiesen haben: die Berechnungen von HYLLERAAS, das THOMAS-FERMI-Modell, das HARTREEsche Verfahren und die WENTZEL-KRAMERS-BRILLOUIN-Methode. Der Tradition früherer Auflagen entsprechend folgen mathematische Zusätze und Ergänzungen. Sie nehmen nun nicht mehr einen erheblichen Teil des mathematischen Apparates auf, sondern vervollständigen die Ausführungen des Textes dort, wo umständliche Rechnungen das Fortschreiten des Gedankenganges hemmen würden. Erwähnt seien besonders die Abschnitte über die astrophysikalisch wichtige Multipolstrahlung, die Integraldarstellung der konfluenten hypergeometrischen Funktion, die KLEINschen Parameter in der DIRACschen Theorie. Ein sorgfältiges Namen- und Sachregister erleichtert die Benützung des Buches.

Der vorliegende zweite Band schließt die 5. Auflage des SOMMERFELDschen Werkes über Atombau und Spektrallinien ab. Wer die verschiedenen Auflagen des Buches von 1919—1939 vergleicht, kann an ihnen die ganze Geschichte der Quantentheorie der Atomhülle von den ersten Anfängen bis zur Vollendung verfolgen. Die letzte Auflage kann dabei in einem höheren Sinne als endgültig betrachtet werden als die früheren, denn inzwischen ist der Gegenstand, dem das SOMMERFELDsche Buch gewidmet ist, zu einem gewissen Abschluß gekommen. Zukünftige Auflagen könnten nur die Anwendungen der Theorie auf immer weitere Gebiete (z. B. Theorie der Metalle, Kernphysik usw.) hinzunehmen. Wer bisher in Deutschland Atomphysik gelernt hat, hat sie nach dem SOMMERFELDschen Buch gelernt. Dies wird nach dem Abschluß der 5. Auflage durch den neuen zweiten Band erst recht gelten. W. HEISENBERG, Leipzig.

BEURLEN, KARL, **Erd- und Lebensgeschichte.** Eine Einführung in die historische Geologie. Leipzig: Quelle & Meyer 1939. VIII, 474 S. und 227 Abbild. 15 cm × 23 cm. Preis geb. RM 15.—.

BEURLENS Buch schließt eine Lücke unter den deutschen Lehrbüchern der Geologie. Eine „historische Geologie" fehlte uns sehr, nachdem die allgemeine Geologie von G. WAGNER (1931) und H. CLOOS (1936) meisterlich dargestellt worden ist. — Die Geschichte der Erde und des Lebens machen den Hauptteil des Buches aus (313 S.). Alles ist an einer Aufgabe ausgerichtet, an der Rekonstruktion des geschichtlichen Werdeganges der Erde. Der erste Teil (126 S.) gibt „Die Grundlagen erdgeschichtlicher Forschung". Er bringt eine kurze allgemeine Geologie, die durch ihre logische Geschlossenheit und Einheitlichkeit hervorragt. Ausgehend von dem stofflichen Aufbau des Erdkörpers und der sedimentären Gesteine werden die verschiedenen geologischen Kräfte und Gesetzmäßigkeiten als Äußerungen der verschiedenen Klimabereiche des Festlandes und der Tiefenstufen des Meeres dargestellt. Wir finden daher nicht die landläufige Einteilung nach geologischen Kräften und ihrer Arbeit, wir finden auch keine zu weit getriebene Analyse und keine Zersplitterung des Stoffes, sondern eine Zusammenschau der Gesamtwirkung chemischer und physikalischer Kräfte innerhalb geographisch-klimatologischer Bereiche. Damit wird aber auch umgekehrt die Erschließung des ehemaligen Geschehens aus den Gesteinen geographisch ausgerichtet und gibt uns die zahlreichen „Paläogeographien", deren historische Aneinanderreihung die historische Geologie aufbaut. Die Darstellung der Lithogenese z. B. soll nicht Selbstzweck sein, sondern nur Grundlage für die eigentliche Aufgabe. So wird uns die anfangs vielleicht etwas befremdliche Einteilung des Stoffes nicht nur verständlich, sondern auch wegweisend: aus der Gesamtschau der Kräfte soll die Gesamtrekonstruktion der geschichtlichen Abläufe erwachsen. Demselben didaktischen Gesichtspunkt haben sich die Darstellungen von Diagenese, Fossilisation, der Facies, Tektonik und Metamorphose unterzuordnen: nicht Selbstzweck zu sein, sondern Grundlage für die Rekonstruktion des geschichtlichen Werdeganges. — Besonders deutlich tritt die Ausrichtung am Historischen in dem Kapitel über die „Geologische Zeitrechnung" hervor. Nicht die möglichen Abläufe interessieren, sondern das wirkliche Geschehen der Vergangenheit. Zeitordnung und Zeitbestimmung sind das letztlich Entscheidende. Dieses Kapitel ist hervorragend, vor allem der Abschnitt über das „Leitfossilprinzip", in dem das Problem von der theoretischen und der praktischen Seite richtig beleuchtet wird. In keinem deutschen Lehrbuch sind diese Fragen bisher so gut dargestellt worden. Nur in der geringen Bewertung der Kenntnis der absoluten Zeitdauer kann Ref. dem Verf. nicht ganz beipflichten.

Der zweite und Hauptteil des Werkes, „Die Geschichte der Erde und des Lebens", ist in 6 Hauptkapitel gegliedert, die folgende Überschriften tragen: 1. Das Urgebirge; 2. Die Gruppe der Schwarzschieferformationen; 3. Die Gruppe der Grauwackenformationen; 4. Die Gruppe der Rotsandsteinformationen; 5. Die Oolith- und Kreideformationen; 6. Die Gruppe der jungen Lockergesteine. Die Bezeichnungen sind ganz ungewohnt. Verf. will damit an QUENSTEDT und seine älteren deutschen Vorgänger anknüpfen, will an Stelle von aller Welt gebrauchter, konventioneller und historisch entstandener Bezeichnungen und Einteilungen solche bieten, die an die Anschauung der Verhältnisse in Mitteleuropa anknüpfen und zugleich das geologische Geschehen dieser Gebiete klar hervortreten lassen. Die üblichen Einteilungen und Bezeichnungen sind aus Gründen der Stoffzusammendrängung in zahlreichen, kritisch durchdachten Tabellen wiedergegeben. — Die BEURLENschen Bezeichnungen können natürlich auch nur jeweils ein einziges typisches Merkmal der verschiedenen Formationen wiederspiegeln, ein Merkmal, das zudem nur für den engbegrenzten mitteleuropäischen Raum kennzeichnend ist, in anderen Gegenden (Osteuropa, Südeuropa, Amerika usw.) aber unverständlich bleiben muß. Der Verf. selber hält sich mehr in der Gliederung des Stoffes und in den Kapitelüberschriften an seine neugeschaffenen Bezeichnungen, im Text wendet auch er — mehr als man erwarten sollte — die üblichen Bezeichnungen an. BEURLEN mißt vielleicht diesen terminologischen Fragen eine zu große Bedeutung bei und begründet auch wohl sein Werturteil zu wenig. Die alten Bezeichnungen enthalten doch viel Geschichte der Geologie und weisen darauf hin, welche Männer und welche Landschaften maßgebend für die Erforschung bestimmter Formationen waren.

Jedes der genannten Hauptkapitel hat ungefähr die gleiche Einteilung: 1. Schichtenfolge in Mitteleuropa; 2. Leitfossilien und Zonengliederung. 3. Entfaltung der organischen Natur; 4. Schichtenfolge und Paläogeographie in Europa; 5. Schichtenfolge und Paläogeographie außerhalb Europas. Besonders zu begrüßen sind die Abschnitte über die Leitfossilien und die Entfaltung der organischen Natur; sie sind ausgezeichnet in ihrer Knappheit und in der Auswahl des für wesentlich Befundenen. Soviel Paläontologie, wie hier geboten wird, sollte jeder Student der

Geologie sich anzueignen bestrebt sein. — Verf. versteht es sehr gut, die verschiedenen Formationen treffsicher zu charakterisieren. Besonders wichtig ist die immer wiederholte Betonung, daß es in den verschiedenen Zeiten geologische Bedingungen und Erscheinungen gegeben hat, die nicht einfach nach dem Aktualitätsprinzip zu erklären sind. Der Zusammenhang des geologischen Geschehens mit der Entfaltung der organischen Natur (z. B. Urwüsten, Klima), der Zusammenhang der tektonischen Erscheinungen mit dem Ausmaß der vorhandenen stabilisierten Teile der Erdrinde, mit der Dicke der Erdrinde und anderen Faktoren, sind besonders reizvoll dargestellt. Alle Formationen sind gleichmäßig berücksichtigt.

Einige kritische Hinweise des Ref. sollen nichts Grundsätzliches betreffen. So wäre vielleicht eine etwas weniger geübte Zurückhaltung in der Anwendung von Sperrdruck erwünscht gewesen. Eine stärkere Hervorhebung wesentlicher Gesichtspunkte und wichtiger Tatsachen und vor allem eine übersichtliche Zusammenfassung am Schluß der Kapitel hätte sehr die Einprägsamkeit des Mitgeteilten gehoben und dem Text mehr Relief verliehen. Etwas ungewohnt ist der Druck wissenschaftlicher Gattungsnamen in gotischen Buchstaben. Leider sind die Abbildungen der Fossilien wenig geglückt, die Strichführung der Zeichnungen ist unsicher, die Plastik tritt oft nicht hervor; gut durchdacht ist aber die Auswahl der wiedergegebenen Arten.

Für Anfänger dürfte BEURLENS Buch vielleicht etwas schwerer zu lesen sein als manches andere Lehrbuch, da an den Ausgang der Betrachtung oft das theoretisch gewonnene Bild gestellt wird und nicht so sehr die unmittelbare Anschauung; Fortgeschrittenen wird es aber deswegen und wegen seines geschlossenen logischen Aufbaues besonders viel bieten. Stets sind die Zusammenhänge gewahrt, nie geht einem durch zu weit getriebene Analyse oder Abschweifungen die Zielsetzung verloren. Bisher hat der Verf. sich besonders als Paläontologe betätigt — um so bewundernswerter ist die große Leistung, in kurzer Zeit ein wirklich wertvolles neues geologisches Lehrbuch geschrieben zu haben, das in allen Teilen eine persönliche Prägung trägt. Ein jeder Freund der Geologie sollte das Buch erwerben, besonders aber der Geologiestudent. Das Buch ist sehr preiswert und dabei hervorragend ausgestattet; dafür gebührt dem Verlag dankende Anerkennung. WALTER GROSS, Berlin.

VAN DYKE, H. B., **The Physiology and Pharmacology of the Pituitary Body,** Volume II. Chicago: The University of Chicago Press 1939. XIV, 401 S. und 28 Abbild. 15 cm × 23 cm. Preis geb. $ 4.50.

Auf den 1935 erschienenen I. Band des Verfassers, der die physiologischen, chemischen und klinischen Ergebnisse der Hypophysenforschung behandelt, ist nunmehr der II. Band gefolgt, die Veröffentlichungen der Jahre 1935—1937 einschließlich umfassend. Der Leser wird mit Freude feststellen, daß hier, wie übrigens auch schon in dem ersten Band, die immer stärker anschwellende Literatur des Gebietes eine recht vollständige Bearbeitung in knapper Form gefunden hat. Bei der überragenden Stellung, die die Hypophyse im hormonalen Geschehen des Körpers einnimmt, und der Bedeutung, die sie für immer neue Gebiete des Lebensablaufes gewinnt, wird der Biologe wie der Mediziner dem Verfasser für die klare und kritische Übersicht dankbar sein. Wenn man den Fortschritt vergleicht, der in der Klärung gewisser Problemstellungen im Zeitraum bis zum Erscheinen des II. Bandes erzielt werden konnte, so wird auch dem Nichtfachmann auf diesem Arbeitsgebiet deutlich, welche besonderen Schwierigkeiten hier zu überwinden sind. Bisher gelang es nicht ein einziges der vielen Hormone der Drüse rein darzustellen. Die angebliche Kristallisation des lactogenen Hormons aus dem Vorderlappen hat bisher noch keine Bestätigung erfahren. Die Zahl der vorhandenen Hormone ist noch ungewiß, und die Auffindung immer neuer Wirkungen der Hypophyse läßt eine Klärung dieser Frage in nächster Zeit kaum erwarten. Für den vorliegenden Band war wieder eine riesige Zahl von Veröffentlichungen (1418) zu verarbeiten, deren Verzeichnis manchem Leser besonders wertvoll sein wird. Ebenfalls nicht ohne Interesse dürfte die kurze Meinungsäußerung des Verfassers zum gegenwärtigen Stand der Erkenntnis sein, die jedem Abschnitt angehängt ist. RUDOLF TSCHESCHE, Berlin-Dahlem.

VAN BUREN, DOUGLAS E., **The fauna of ancient Mesopotamia as represented in art.** (Analecta orientalia commentationes scientificae de rebus orientis antiqui 18.) Rom: Pontificium Institutum Biblicum 1939. XI, 113 S. und 108 Abbild. 22 cm × 29 cm. Preis kart. 130 Lire.

Das Werk ist von einem Archäologen und wohl auch in erster Linie für Archäologen geschrieben. Trotzdem geht seine Bedeutung weit über die Archäologie hinaus. Bei dem bewundernswerten Fleiß, mit dem der Verf. alles gesammelt hat, was in der altmesopotamischen Kunst an Tieren dargestellt ist, hat er ein Werk geschaffen, dessen Benutzung für Zoologen, Haustierforscher, Tiergeographen, Paläontologen, Archäologen, Kunstwissenschaftler, Religionsforscher, die sich mit Mesopotamien beschäftigen, auf Jahre hinaus die Grundlage bilden wird. Bei dieser allgemeinen Bedeutung ist es nur bedauerlich, daß für Nichtarchäologen die Benutzung dadurch erschwert worden ist, daß VAN BUREN die dem Archäologen geläufigen Abkürzungen für Werke und Zeitschriften anwendet, ohne sie zu erklären. Und gerade in der gewissenhaften Materialsammlung besteht ein wesentlicher Teil der Arbeit. Denn sicher wird mancher Benutzer auf die angezogenen Quellen zurückgehen wollen.

Als Faunist wird man sagen müssen, daß das Werk die einzige zusammenfassende Fauna Mesopotamiens enthält, die nicht nur die Jetztzeit, sondern auch die Vergangenheit berücksichtigt, freilich nur insoweit, als sie in der Kunst dargestellt ist. Wir sehen nämlich, daß manche Tiere nicht erst in der Neuzeit, sondern so frühzeitig in der Vergangenheit verschwinden, daß sicher der Mensch nicht als Vernichter anzuklagen ist, sondern andere, wohl klimatische Ursachen dem zugrunde liegen müssen, wie dem Aussterben der großen Wildrinder, von denen Arnibüffel, Ur und Wisent in Mesopotamien vorkamen, oder der Elefant, der am Euphrat lebte. So werden auch Klimatologen das Werk mit Nutzen gebrauchen, da die Tierwelt ein wichtiger klimatologischer Indikator ist. Und dadurch, daß die Kunstwerke chronologisch geordnet sind, kann der zeitliche Ablauf der Klimakurve abgelesen werden, indem der Zeitpunkt des Aussterbens der einzelnen Tierarten, der sehr verschieden liegt, genau festgestellt werden kann, Bei Tieren, die erst in der Neuzeit ausgestorben sind, wird wohl, zumal wenn es sich um schädliche Tiere handelt wie den Löwen, der Mensch stark mitgewirkt haben, aber nicht immer scheint das der Fall gewesen zu sein, so z. B. beim Reh, Krokodil oder manchen Vögeln. Man muß daher in der Auswertung der Resultate vorsichtig sein und immer im Auge behalten, daß das Werk seiner Aufgabe entsprechend nur solche Tiere anführt, die dargestellt worden sind, zu denen also der Mensch irgendeine Beziehung

gehabt hat. Das Fehlen überhaupt oder nur in gewissen Zeitabschnitten braucht nicht immer ein völliges Fehlen zu bedeuten. So, wenn die Elefanten, worüber sich VAN BUREN mit Recht wundert, erst um 800 v. Chr. herum in den Bildwerken erscheinen. Das bedeutet wohl nicht, daß sie vorher in Mesopotamien nicht gelebt haben, sondern daß sie aus irgendwelchen (religiösen? d. Ref.) Gründen nicht dargestellt wurden, wie etwa das Kamel in Ägypten. Andererseits muß das Erscheinen gewisser Tiere nicht immer unbedingt den Schluß aufzwingen, daß die Tiere auch in Mesopotamien vertreten waren. Die spärlichen Darstellungen des Nashorns zeigen deutlich den Einfluß der Alt-Indus-Kultur, so daß wir annehmen müssen, daß die Stücke, welche es zeigen, entweder von dort importiert sind oder indischen Importen nachgebildet sind, zumal wir auch andere derartige Importstücke kennen. Dasselbe gilt für die häufig dargestellten Affen, auch diese haben nie in Mesopotamien gelebt. Wenn übrigens der Verf. unter den Affenfiguren auch Hylobatiden zu erkennen glaubt, so ist darauf aufmerksam zu machen, daß solche auch im Gebiet der Alt-Indus-Kultur nicht leben und auch wohl nie gelebt haben. Überhaupt macht sich bisweilen störend bemerkbar, daß der Verf. bei allem Fleiß, den er darauf verwandt hat, sich in die Zoologie als eine ihm ursprünglich fremde Disziplin einzuarbeiten, doch eben nicht Zoologe ist. Er hätte wenigstens einen solchen als Berater hinzuziehen sollen. Diskussionen wie die, ob eine gewisse gefleckt dargestellte Großkatze ein Leopard oder ein Panther ist, oder daß der dargestellte Seehund einmal als Phoca vitulina, dann aber als Monachus albiventer bezeichnet wird, setzen zwar den Wert des Werkes nicht herab, trüben aber den Eindruck des Ganzen. Auch daß bei Tierarten, die gleichzeitig wild und als Haustiere vorkommen, nicht immer scharf unterschieden wird, ob das wilde Tier oder das Haustier dargestellt ist, was, wenn auch nicht immer, so doch meist aus der Situation erkannt werden kann, ist zu bedauern. So kommt es, daß von einem kurzhörnigen Bos primigenius gesprochen wird, wo woh ein Hausrind gemeint ist. Dasselbe gilt auch für die Schafe. Auch die Diskussion über den mähnenlosen Löwen ist schief. Andererseits sind dem Verf. bei den vielfach dargestellten und oft recht schwierig zu erklärenden Figuren von Kleinsäugetieren, Wiesel, Iltissen, Springmäusen, manche überraschende Erklärungen gelungen. Ebenso wie er vielfach wichtige Hinweise auf das erstmalige Erscheinen von Haustieren, besonders beim Pferde, Zebu und Kamel, bringt. Auch auf die Rassengeschichte der Hunde, Ziegen, Schweine und Schafe fällt manches bedeutsame Licht.

Entsprechend ihrer Bedeutung und ihrer Augenfälligkeit sind natürlich die Säugetiere am zahlreichsten dargestellt. So ist ihnen der Hauptteil des Werkes gewidmet mit 82 Seiten von 113. Die Vögel umfassen 14 Seiten. Aus Mangel an Farben sind sie meist nur zu deuten, wenn es sich um Arten handelt, die irgendwelche in die Augen fallenden körperlichen Merkmale haben. So verhält sich VAN BUREN bei deren Erklärung nicht ohne Grund zurückhaltend. Von den übrigen 17 Seiten gehören 8 den kaltblütigen Wirbeltieren, und zwar Krokodil, Eidechsen, Schlangen, Fröschen, Schildkröten und Fischen, die letzten 5 den Wirbellosen, nämlich Fliegen, Geradflüglern, Skorpionen, Spinnen, Tausendfüßern und Käfern. Über die noch vorkommenden Gewichte in Form von Schneckengehäusen ist nichts gesagt. MAX HILZHEIMER, Berlin.

Handbuch der Zoologie. Eine Naturgeschichte der Stämme des Tierreiches. Gegründet von WILLY KÜKENTHAL. Unter Mitarbeit zahlreicher Fachgelehrter. Herausgegeben von THILO KRUMBACH. 4. Bd. 2. Hälfte, 1. und 2. Teil. Insecta II und III. Berlin und Leipzig: Walter de Gruyter & Co. 1936 bis 1938. 4. Bd. 2. Hälfte, 1. Teil: XIV, 836 S. und 905 Abbild. Subskr.-Preis brosch. RM 104.50, geb. RM 114.—; Einzel-Preis brosch. RM 114.95, geb. RM 125.40. 4. Bd. 2. Hälfte, 2. Teil: XVI, 1072 S. und 935 Abbild. Subskr.-Preis brosch. RM 150.—, geb. RM 160.—; Einzel-Preis brosch. RM 165.—, geb. RM 176.—. 22 cm × 28 cm.

Die restliche Bearbeitung der pterygoten Insekten hat sich in einem Bande nicht bewältigen lassen, so daß die „2. Hälfte des 4. Bandes" in zwei Teile zerlegt werden mußte, die nun in zwei stattlichen Bänden von insgesamt 1863 Seiten mit 1839 Abbildungen vorliegen. Die hohe Bedeutung der Wiener Entomologenschule zeigt sich darin, daß sämtliche Bearbeiter aus der deutschen Ostmark stammen. Es betreuten HANDLIRSCH die Hymenoptera, MEIXNER die Coleoptera und Strepsiptera, HANDLIRSCH und BEIER die Neuropteroidea, ZERNY und BEIER die Lepidoptera, HENDEL die Diptera, BEIER die Aphaniptera und Rhynchota. BEIER gibt wegen der langen Erscheinungszwischenräume zwischen einzelnen Lieferungen noch Nachträge und Berichtigungen zu allen Gruppen. Die einzelnen Bearbeitungen folgen dem Anlageplan des Werkes und bemühen sich mit Erfolg, einen Überblick über die unendliche Vielgestaltigkeit der Insektengruppen in Bau und Lebensweise zu geben. Auch wer glaubte, gut mit den Hexapoden vertraut zu sein, wird immer wieder auf ihm bisher unbekannte Tatsachen stoßen, die zu neuen Arbeiten anregen. Besonders hervorgehoben sei die überaus reichhaltige Bebilderung; wie gewöhnlich, fallen unter den entnommenen Abbildungen besonders die von WEBER durch ihre Anschaulichkeit und meisterhafte Gestaltung heraus.

Bei der mühsamen und gewissenhaften Arbeit, die hier geleistet wurde, ist es unangebracht, auf einige kleinere Unstimmigkeiten hinzuweisen; es sei nur verwerkt, daß (S. 1645) den Verfassern leider der Unterschied zwischen Gynandomorph und Intersex nicht klar geworden ist.

Mit dem Abschluß der Hexapoden liegt nun ein zeitgemäßes Handbuch der Insektenkunde vor; natürlich ein solches, das aufgebaut ist auf der Schilderung der einzelnen Gruppen. Damit sind notgedrungen Vor- und Nachteile verbunden. Aber auch demjenigen, den nicht die einzelnen Gruppen, sondern allgemeinere Probleme im Gesamtbereich der Insekten interessieren, bietet sich in dem sehr eingehenden Inhaltsverzeichnis die Möglichkeit, sich schnell über das ihn Angehende zu unterrichten. Lehrer und Schüler werden in gleicher Weise Nutzen ziehen aus dem hervorragenden Werke und den Verfassern und dem Verlag für ihre Leistungen danken. P. SCHULZE, Rostock.

Herausgeber und verantwortlicher Redakteur: FRITZ SÜFFERT, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck der Spamer A.-G. in Leipzig.

Handbuch der Physik

Herausgegeben von

H. Geiger und **Karl Scheel**

In 24 Bänden vollständig. — Jeder Band (auch Bandteil) ist einzeln käuflich.

Allgemeines und Grundlagen der Physik. Redigiert von **H. Thirring** und **K. Scheel.**

Band I: **Geschichte der Physik. Vorlesungstechnik.** Mit 162 Abbildungen. VIII, 404 Seiten. 1926. RM 28.35; gebunden RM 30.24

Band II: **Elementare Einheiten und ihre Messung.** Mit 297 Abbildungen. VIII, 522 Seiten. 1926. RM 35.64; gebunden RM 37.80

Band III: **Mathematische Hilfsmittel in der Physik.** Mit 138 Abbildungen. XIV, 647 Seiten. 1928. RM 51.30; gebunden RM 53.55

Band IV: **Allgemeine Grundlagen der Physik.** Mit 98 Abbildungen und einer Tafel. XI, 667 Seiten. 1929. RM 54.—; gebunden RM 56.52

Mechanik. Redigiert von **R. Grammel.**

Band V: **Grundlagen der Mechanik. Mechanik der Punkte und starren Körper.** Mit 256 Abbildungen. XIV, 623 Seiten. 1927. RM 46.44; gebunden RM 48.60

Band VI: **Mechanik der elastischen Körper.** Mit 290 Abbildungen. XII, 632 Seiten. 1928. RM 50.40; gebunden RM 52.74

Band VII: **Mechanik der flüssigen und gasförmigen Körper.** Mit 290 Abbildungen. XI, 413 Seiten. 1927. Gebunden RM 32.94

Akustik. Redigiert von **F. Trendelenburg.**

Band VIII: **Akustik.** Mit 252 Abbildungen. X, 712 Seiten. 1927. RM 52.65; gebunden RM 54.81

Wärme. Redigiert von **F. Henning.**

Band IX: **Theorien der Wärme.** Mit 61 Abbildungen. VIII, 616 Seiten. 1926. RM 41.85; gebunden RM 44.28

Band X: **Thermische Eigenschaften der Stoffe.** Mit 207 Abbildungen. VIII, 486 Seiten. 1926. RM 31.86; gebunden RM 33.75

Band XI: **Anwendung der Thermodynamik.** Mit 198 Abbildungen. VIII, 454 Seiten. 1926. RM 31.05; gebunden RM 33.48

Elektrizität und Magnetismus. Redigiert von **W. Westphal.**

Band XII: **Theorien der Elektrizität. Elektrostatik.** Mit 112 Abbildungen. VII, 564 Seiten. 1927. RM 41.85; gebunden RM 44.10

Band XIII: **Elektrizitätsbewegung in festen und flüssigen Körpern.** Mit 222 Abbildungen. VII, 672 Seiten. 1928. RM 49.95; gebunden RM 52.20

Band XIV: **Elektrizitätsbewegung in Gasen.** Mit 189 Abbildungen. VII, 444 Seiten. 1927. RM 32.40; gebunden RM 34.29

Band XV: **Magnetismus. Elektromagnetisches Feld.** Mit 291 Abbildungen. VII, 532 Seiten. 1927. RM 39.15; gebunden RM 41.04

Band XVI: **Apparate und Meßmethoden für Elektrizität und Magnetismus.** Mit 623 Abbildungen. IX, 801 Seiten. 1927. RM 59.40; gebunden RM 61.56

Band XVII: **Elektrotechnik.** Mit 360 Abbildungen. VII, 392 Seiten. 1926. RM 28.35; gebunden RM 30.24

Optik aller Wellenlängen. Redigiert von **H. Konen.**

Band XVIII: **Geometrische Optik. Optische Konstante. Optische Instrumente.** Mit 688 Abbildungen. XX, 865 Seiten. 1927. RM 64.80; gebunden RM 66.96

Band XIX: **Herstellung und Messung des Lichts.** Mit 501 Abbildungen. XVIII, 995 Seiten. 1928. RM 77.40; gebunden RM 79.74

Band XX: **Licht als Wellenbewegung.** Mit 225 Abbildungen. XV, 967 Seiten. 1928. RM 77.40; gebunden RM 80.10

Band XXI: **Licht und Materie.** Mit 386 Abbildungen. XIII, 968 Seiten. 1929. RM 83.70; geb. RM 86.40

Atomphysik. Redigiert von **H. Geiger** und **A. Smekal.** In zweiter Auflage.

Band XXII:

Erster Teil: **Elektronen. Atome. Ionen.** Mit 163 Abbildungen. VII, 492 Seiten. 1933. RM 42.—; gebunden RM 44.70

Zweiter Teil: **Negative und positive Strahlen.** Mit 345 Abbildungen. V, 364 Seiten. 1933. RM 32.—; gebunden RM 34.70

Band XXIII:

Erster Teil: **Quantenhafte Ausstrahlung.** Mit 209 Abbildungen. V, 373 Seiten. 1933. RM 32.—; gebunden RM 34.70

Zweiter Teil: **Röntgenstrahlung** ausschließlich Röntgenoptik. Mit 405 Abbildungen. IX, 541 Seiten. 1933. RM 54.—; gebunden RM 56.70

Band XXIV.

Erster Teil: **Quantentheorie.** Mit 141 Abbildungen. IX, 853 Seiten. 1933. RM 76.—; geb. RM 79.—

Zweiter Teil: **Aufbau der zusammenhängenden Materie.** Mit 271 Abbildungen. XIV, 1203 Seiten. 1933. RM 126.—; gebunden RM 129.—

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN

Soeben erschien:

Magnesium

und seine Legierungen

Bearbeitet von

H. Altwicker, A. Bauer, A. Beck, H. Bohner, W. Buchmann, R. Fiedler, G. Gossrau, O. Keinert, P. Menzen, W. Moschel, E. Nachtigall, E. J. de Ridder, W. Schultze, H. Seliger, G. Siebel, P. Spitaler, R. Suchy, H. Vosskühler, W. H. O. Ziegler

Herausgegeben von

Direktor Dr.-Ing. e. h. **Adolf Beck**

I. G. Farbenindustrie Aktiengesellschaft,
Abteilung Elektronmetall, Bitterfeld

Mit 524 Abbildungen. XVI, 520 Seiten. 1939

RM 54.—; gebunden RM 56.70

Inhaltsübersicht:

Zur Einführung. Die Magnesiumlegierungen als Fliegwerkstoffe. — **Rohstoffe und Herstellung.** Von Direktor Dr. phil. W. Moschel, Dr.-Ing. H. Seliger und Direktor Dr. phil. R. Suchy, Bitterfeld. A. Geschichtliches. — B. Rohstoffe des Magnesiums. — C. Elektrolytische Herstellung des Magnesiums. D. Thermische Herstellung des Magnesiums. — E. Ausblick. — **Physikalische Eigenschaften des Magnesium-Einkristalls und ihre Bedeutung für den Vielkristall.** Von Dr. phil. G. Siebel, Bitterfeld. A. Einleitung. Herstellung von Einkristallen. B. Physikalische Eigenschaften des Mg-Kristalls. — C. Bedeutung der hexagonalen Struktur für die Eigenschaften des Vielkristalls. — **Metallographie des Magnesiums und seiner Legierungen.** Von Dr.-Ing. H. Vosskühler, Bitterfeld. A. Schliffherstellung. B. Gefüge des Magnesiums. — C. Binäre Legierungen. — D. Ternäre Legierungen. — **Physikalische Eigenschaften.** Von Dr. phil. G. Siebel und Dr.-Ing. H. Vosskühler, Bitterfeld. A. Physikalische Kenngrößen des Reinmagnesiums. — B. Rekristallisation. — C. Volumen. — D. Thermische Eigenschaften. — E. Elektrische Eigenschaften. — F. Magnetische Eigenschaften. — G. Reflexion. — H. Elektrochemische Eigenschaften. — **Festigkeitseigenschaften.** Von Dr.-Ing. W. Buchmann, Bitterfeld. I. Festigkeitseigenschaften bei gewöhnlicher Temperatur. — A. Zugfestigkeit. — B. Druckfestigkeit. — C. Biegefestigkeit. — D. Schubfestigkeit (Scher- und Verdrehfestigkeit). — E. Festigkeit von Bauteilen bei zügiger Beanspruchung (Gestaltfestigkeit). — F. Härte-, Verschleiß- und Gleiteigenschaften, Verformungskennwerte. — G. Dauerstandfestigkeit. — H. Dauerschwingungsfestigkeit. I. Vergleichende Festigkeitstafeln und Verhältniszahlen. II. Festigkeitseigenschaften bei tiefen Temperaturen. A. Zugfestigkeit und Dehnung. — B. Schlagzähigkeit und sonstige Verformungskennwerte. — C. Dauerschwingungsfestigkeit. III. Festigkeitseigenschaften bei erhöhten Temperaturen. A. Härte, Zugfestigkeit und Dauerstandfestigkeit. — B. Dauerschwingungsfestigkeit. Warmwechselfestigkeit technischer Legierungen. — **Chemisches Verhalten, Korrosion und Oberflächenschutz.** Von Dr.-Ing. W. Schultze, Bitterfeld. A. Allgemeines. Prüfmethoden. — B. Die Verfahren zur Verbesserung des Korrosionsverhaltens. — C. Einfluß der Legierungsmetalle. — Das spezielle chemische Verhalten des Magnesiums und der magnesiumreichen Legierungen. — E. Oberflächenschutz. — F. Konstruktive Maßnahmen, Isolierung. — **Schmelzen und Gießen. (Mit besonderer Berücksichtigung des Sandgußverfahrens.)** Von Direktor Dr.-Ing. h. c. A. Beck und Dipl.-Ing. P. Spitaler, Bitterfeld. A. Die Verfahren zur Reinigung der Schmelzen. B. Das Schmelzen der Magnesiumlegierungen. — Die wichtigsten gießtechnischen Eigenschaften der Magnesiumlegierungen und deren Berücksichtigung in der Gießerei. — D. Die Herstellung von Sandgußstücken aus Magnesiumlegierungen. — **Technologie des Kokillengießens.** Von Dipl.-Ing. P. Spitaler, Bitterfeld. — A. Allgemeines. — B. Unterschiede des Gießverfahrens gegenüber anderen Metallen. — **Technologie des Spritzgießens.** Von Obering. A. Bauer, Stuttgart-Bad Cannstatt. A. Entwicklung. — B. Die heutigen Maschinensysteme. — C. Wirtschaftlichkeit. — D. Die Spritzgußformen. — E. Die Legierungen und ihre physikalischen Daten. — F. Größe und Gewicht von Magnesiumspritzgußteilen. — G. Wandstärken. — H. Herstellungsgenauigkeit. I. Konstruktionsregeln. — J. Oberfläche von Spritzgußteilen. — K. Verwendungsgebiete. — **Technologie des Pressens.** Von Dipl.-Ing. R. Fiedler, Bitterfeld. A. Die Preßverfahren. — B. Eigenschaften und Aufbau der Preßlegierungen und deren Abhängigkeit vom Verformungsgrad. — C. Die Fließvorgänge während der Verformung. — **Technologie des Schmiedens.** Von Oberingenieur Dr.-Ing. H. Altwicker, Bitterfeld. A. Einleitung. — B. Rekristallisation. — C. Kraftbedarf in Abhängigkeit von Reckgrad, Temperatur und Verformungsgeschwindigkeit. — D. Kristallorientierung unter dem Einfluß von Temperatur und Schmiedeverfahren. — E. Temperatur- und Ofenfrage. — F. Verformungsgeschwindigkeit und Maschinenfrage. — G. Werkzeugfragen. — **Technologie des Walzens.** Von Dr.-Ing. P. Menzen, Rackwitz-Leipzig. A. Walzen. — B. Glühen. — C. Allgemeine Arbeitsbedingungen. — D. Verformungsbedingungen beim Walzen. — **Spangebende Bearbeitung.** Von Dipl.-Ing. O. Keinert, Berlin. A. Allgemeines über die Verspanung der Magnesiumlegierungen. — B. Die wichtigsten Arten der spangebenden Verformung. — C. Zusammenfassung. — **Konstruktionsrichtlinien, stoffgerechte Werkstattbehandlung und Anwendungsbeispiele.** Von Obering. E. J. de Ridder, Bitterfeld. A. Einleitung. — B. Grundsätzliche Betrachtungen. — C. Bauteile aus Magnesiumgußlegierungen. — D. Bauteile aus Magnesiumknetlegierungen. — E. Die korrosionssichere Konstruktion. — F. Verbindungsarbeiten an Magnesiumlegierungen. — G. Spanlose Verformung von Blechen und Profilen. — H. Die Anwendungsmöglichkeiten des Magnesiums als Konstruktionsbaustoff. — **Magnesium als Legierungselement.** Von Dr. phil. habil. H. Bohner, Bitterfeld. A. Magnesium als Legierungszusatz zu Aluminium und Aluminiumlegierungen. — B. Magnesium als Legierungszusatz zu Schwermetallen. — **Die Verwendung des Magnesiums für Pyrotechnik und Thermochemie.** Von Dr. phil. G. Gossrau, Bitterfeld. A. Magnesium als künstliche Lichtquelle. — B. Magnesium in der Sprengtechnik. — C. Magnesium für thermochemische Reduktion. — D. Magnesium als Desoxydationsmittel für Metallschmelzen. — **Die wirtschaftliche Bedeutung des Magnesiums.** Von W. H. O. Ziegler, Bitterfeld. — **Chemische Analyse von Magnesium und seinen Legierungen.** Von Dr. phil. G. Siebel, Bitterfeld. A. Magnesium. — B. Magnesiumlegierungen. — **Übersicht über Patente betreffend Herstellung, Verarbeitung und Verwendung von Magnesium und Magnesiumlegierungen.** Gruppe I: Herstellung von wasserfreiem Magnesiumchlorid für die Magnesiumelektrolyse. Gruppe II: Erzeugung von Magnesiummetall (elektrolytisch und thermisch). Gruppe III: Magnesiumlegierungen. Gruppe IV: Schmelzen, Reinigen und Gießen von Magnesium und Magnesiumlegierungen. Gruppe V: Knetverarbeitung von Magnesium und Magnesiumlegierungen. Gruppe VI: Wärmebehandlung von Magnesiumlegierungen. Gruppe VII: Korrosionsschutz durch Oberflächenbehandlung. Gruppe VIII: Verwendung und Verarbeitungsverfahren. — Namenverzeichnis. — Sachverzeichnis.

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN

Sämtliche in diesem Heft besprochenen oder angezeigten Bücher sind durch alle Buchhandlungen zu beziehen.

Hierzu zwei Beilagen vom Verlag ***Julius Springer*** *in Berlin.*

Für den Textteil verantwortlich: Fritz Süffert in Berlin W 9; für den Anzeigenteil: Albert Meyer in Berlin-Steglitz, Kühlebornweg 5. Pl. 4. — Druck der Spamer A.-G. in Leipzig. — Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Printed in Germany.